

Carl Correns

Gesammelte Abhandlungen
zur Vererbungswissenschaft
aus periodischen Schriften
1899-1924.

CARL CORRENS

GESAMMELTE ABHANDLUNGEN ZUR
VERERBUNGSWISSENSCHAFT AUS
PERIODISCHEN SCHRIFTEN

1899–1924

MIT 128 TEXTFIGUREN · 4 TAFELN
UNDEINEMBILDNIS NACHEINER
RADIERUNG VON HANS MEID



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1924

ISBN 978-3-642-52533-9 ISBN 978-3-642-52587-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-52587-2

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

ZUM 60. GEBURTSTAG
VON
GEHEIMRAT PROFESSOR DR. PHIL. ET MED

C. E. CORRENS

HERAUSGEGEBEN VON DER
DEUTSCHEN GESELLSCHAFT
FÜR VERERBUNGSWISSENSCHAFT

Zum Geleit.

Ein Vierteljahrhundert ist verflossen, seit durch die „Untersuchungen über die Xenien bei Zea Mays“ von CARL CORRENS der erste Schritt in der Analyse der erblichen Struktur der Organismen getan wurde. In rascher Folge führten seine weiteren Untersuchungen in ungeahnte Tiefen der Erkenntnis, immer mehr in weitere Forschungsgebiete eindringend durch die Arbeit der großen Zahl der von ihm begeisterten Mitarbeiter. Jeder Abschnitt der vorwärts eilenden Entwicklung der Vererbungswissenschaft sieht C. CORRENS als führenden Geist, so vor allem bei der Entdeckung der MENDEL'schen Gesetze und der Klarstellung des Modus der Geschlechtsbestimmung. So bieten uns heute die Gesamtergebnisse seiner Arbeit nicht allein den reichen Schatz der experimentellen Erkenntnis, vielmehr spiegelt sich in ihnen gleichzeitig die ganze historische Entwicklung dieses jüngsten Zweiges der Biologie.

Der 60. Geburtstag des Führers auf dem Gebiete der Vererbungswissenschaft hat in allen Kreisen der Vererbungsforscher das Bedürfnis wachgerufen, ihm bei diesem Anlaß einen Beweis ihrer Verehrung zu geben. Sie haben dazu den Weg gewählt, seine bisherigen Arbeiten auf dem Gebiete der Vererbungsforschung als Zeugen seiner vielseitigen und unermüdlichen Tätigkeit, zu einem Sammelbände vereinigt, herauszugeben. Sie glauben damit im Sinne des Meisters zu handeln, da dadurch ein Werk geschaffen wird zum Wohle der Wissenschaft, der er sein Leben geweiht. Ihn selbst möge ein Rückblick auf seine wissenschaftliche Arbeit mit gerechtem Stolz und aufrichtiger Freude erfüllen; uns wird ein Einblick in diese vieljährige erfolgreiche Forschertätigkeit ein Ansporn zur weiteren Arbeit in seinem Geiste sein.

Die Herausgabe der Arbeiten von C. CORRENS in einem Sammelbände wird auch einem lebhaft empfundenen Bedürfnisse der weitesten wissenschaftlichen Kreise entsprechen, da einerseits diese Arbeiten, in verschiedenen Fachzeitschriften zerstreut, den Einzelnen oft nicht leicht zugänglich sind, andererseits gerade der Zusammenhang, in dem alle diese Arbeiten stehen, durch diese Vereinigung deutlich hervortritt.

Die Wiedergabe der Arbeiten erfolgte in der zeitlichen Reihenfolge ihres Erscheinens. Es sind sämtliche genetische Arbeiten vereinigt mit Ausnahme der beiden selbständigen Werke „Die neuen Vererbungsgesetze“, Berlin 1912, Gebr. Bornträger, und „Experimentelle Untersuchungen über Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes“, Berlin 1913, Gebr. Bornträger (mit einem Vortrag von GOLDSCHMIDT in einem Band unter dem Titel „Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes“ vereinigt). Als Anhang wurden die von C. CORRENS herausgegebenen Briefe MENDELS an NÄGELI aufgenommen, da die Zusätze des Herausgebers so viel wichtige Angaben enthalten, daß sie in den „Gesammelten Abhandlungen“ nicht fehlen durften. Die Arbeiten sind unverändert nach den Originalen gedruckt. Auch wurde dort, wo in älteren Arbeiten eine von der jetzt üblichen abweichende Schreibweise vorhanden ist, diese beibehalten. An Stelle der Hinweise auf Seitenzahlen innerhalb derselben Arbeiten wurden die neuen Zahlen des Sammelwerkes eingesetzt, dagegen sind Hinweise auf andere Arbeiten von CORRENS in doppelter Weise angeführt: einerseits durch Beisetzen der alten Zahlen der Originale und andererseits durch die Bezeichnungen wie z. B.: G. A. 17, 378 (als Abkürzung für „Gesammelte Abhandlungen“, Beitrag 17, Seite 378), wodurch die Verwendung der „Gesammelten Abhandlungen“ und gleichzeitig das Wiederauffinden kritischer Stellen in den Originalen ermöglicht ist. Die Textfiguren wurden teils nach alten Originalen, teils nach getreuer Umzeichnung der Originale, meistens aber nach den Figuren der Originaldrucke selbst hergestellt, wobei manchmal eine Verkleinerung unvermeidlich war, so vor allem in den Textfiguren von Beitrag 7, die von $\frac{45}{10}$ auf $\frac{40}{10}$ verkleinert wurden, ebenso wurde die Vergrößerung der Figur 2 in Beitrag 46 von $\frac{5,5}{1}$ auf $\frac{5}{1}$ verändert. Die Figur 3 des Beitrags 44 wurde in der Anlehnung an den Originaldruck nach neuen Vorlagen gezeichnet, da der erstere zur Reproduktion ungeeignet war. Die Tafeln sind teils nach den gedruckten Tafeln reproduziert, teils (bei Tafel 1) wurden die alten Vorlagen verwendet, wodurch ein besseres Ergebnis angestrebt wurde.

Besonderer Dank gebührt dem Verlag Julius Springer, der keine Mühe und Kosten gescheut hat, um die oft schwierigen Neudrucke, besonders der Tafeln und Textfiguren, mustergültig herzustellen und so auch das Gewand dem Inhalte entsprechend trotz schwierigster Zeit auszustatten. Herzlichen Dank auch allen denen, die in freudiger Begeisterung für unseren Lehrer und für die Sache sich der mühevollen Arbeit der Korrekturen und Umzeichnungen unterzogen haben! Schließlich sei auch dem Verlage Erwin Nägele, Stuttgart, für die Erlaubnis zum Abdruck von Beitrag 7, Bastarde zwischen Maisrassen usw. (der als Heft 53 der Bibliotheca botanica erschienen ist) unser Dank ausgesprochen.

Möge dieses Buch Geheimrat Prof. Dr. C. CORRENS an seinem heutigen Festtage ein Beweis dafür sein, wie sehr sein Werk fruchtbaren Boden fand, wie gerade seine Arbeit in so vielen die freudige Begeisterung für die experimentelle biologische Forschung geweckt hat; möge es ihm ein Zeichen dafür sein, daß alle, die am Fortschritt der Vererbungswissenschaft teilhaben, auch herzlich teilnehmen an dem heutigen Festtage.

19. September 1924.

Im Auftrage
der deutschen Gesellschaft für Vererbungswissenschaft

FRITZ VON WETTSTEIN.

Inhaltsübersicht.

	Seite
1. Untersuchungen über die Xenien bei <i>Zea Mays</i> (1899)	1
2. G. MENDELS Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde (1900)	9
3. GREGOR MENDELS „Versuche über Pflanzen-Hybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen (1900)	19
4. Über Levkojenbastarde (1900)	25
5. Über den Einfluß, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner auf die Nachkommenschaft hat (1900)	42
6. Über Bastarde zwischen Rassen von <i>Zea Mays</i> , nebst einer Bemerkung über die „faux hybrides“ MILLARDETS und die „unechten Bastarde“ DE VRIES' (1901)	55
7. Bastarde zwischen Maisrassen (1901)	65
8. Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre (1901)	264
9. Scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde (1902)	285
10. Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsen-Typus (1902)	300
11. Über Bastardierungsversuche mit <i>Mirabilis</i> -Sippen (1902)	315
12. Über die dominierenden Merkmale der Bastarde (1903)	329
13. Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde (1903)	341
14. Die Merkmalspaare beim Studium der Bastarde (1903)	350
15. Neue Untersuchungen auf dem Gebiet der Bastardierungslehre (1903)	358
16. Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Arten auf botanischem Gebiet (1904)	370
17. Experimentelle Untersuchungen über die Gynodioecie (1904)	397
18. Ein typisch spaltender Bastard zwischen einer einjährigen und einer zweijährigen Sippe des <i>Hyoscyamus niger</i> (1904)	408
19. Zur Kenntnis der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde (1905)	415
20. Einige Bastardierungsversuche mit anomalen Sippen und ihre allgemeinen Ergebnisse (1905)	430
21. Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie (1905)	453
22. Über Vererbungsgesetze (1905)	464
23. Ein Vererbungsversuch mit <i>Dimorphotheca pluvialis</i> (1906)	484
24. Das Keimen der beiderlei Früchte der <i>Dimorphotheca pluvialis</i> (1906)	495
25. Die Vererbung der Geschlechtsformen bei den gynodiöcischen Pflanzen (1906)	498
26. Zur Kenntnis der Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihrer Beeinflußbarkeit (1907)	513
27. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes, nach Versuchen mit höheren Pflanzen (1907)	555
28. Weitere Untersuchungen über die Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihre Beeinflußbarkeit (1908)	564
29. Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung der gynodiöcischen Pflanzen (1908)	598

	Seite
30. Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei <i>Mirabilis</i> , <i>Urtica</i> und <i>Lunaria</i> (1909)	613
31. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung (1909)	648
32. Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden <i>Mirabilis</i> -Sippen (1910)	657
33. Vererbung und Bestimmung des Geschlechts (1912)	672
34. Sordago, eine nach den MENDEL'schen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (1912)	695
35. Eine mendelnde, kälteempfindliche Sippe (f. <i>delicata</i>) der <i>Mirabilis Jalapa</i> (1913)	698
36. Geschlechterverteilung und Geschlechtsbestimmung bei Pflanzen (1913)	703
37. Selbststerilität und Individualstoffe (1913)	727
38. Über eine nach den MENDEL'schen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der <i>Mirabilis Jalapa</i> (1915)	760
39. Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum (1916)	785
40. Individuen und Individualstoffe (1916)	797
41. Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung bei Distelarten (1916)	822
42. Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses (1917)	849
43. Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde (1918)	880
44. Fortsetzung der Versuche zur experimentellen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses (1918)	925
45. Die Absterbeordnung der beiden Geschlechter einer getrenntgeschlechtigen Doldenpflanze (<i>Trinia glauca</i>) (1919)	950
46. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. I (1919)	965
47. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. II (1919)	989
48. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. III—V (1920)	1024
49. Die geschlechtliche Tendenz der Keimzellen gemischtgeschlechtiger Pflanzen (1920)	1051
50. Pathologie und Vererbung bei Pflanzen und einige Schlüsse daraus für die vergleichende Pathologie (1920)	1060
51. Zahlen- und Gewichtsverhältnisse bei einigen heterostylen Pflanzen (1921)	1073
52. Versuche bei Pflanzen das Geschlechtsverhältnis zu verschieben (1921)	1088
53. Zweite Fortsetzung der Versuche zur experimentellen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses (1921)	1109
54. Der Einfluß des Alters der Keimzellen auf das Zahlenverhältnis spaltender Bastarde (1921)	1133
55. Die ersten zwanzig Jahre MENDEL'scher Vererbungslehre (1921)	1137
56. Etwas über GREGOR MENDEL'S Leben und Wirken (1922)	1146
57. Alkohol und Zahlenverhältnis der Geschlechter bei einer getrenntgeschlechtigen Pflanze (<i>Melandrium</i>) (1922)	1162
58. Geschlechtsbestimmung und Zahlenverhältnis der Geschlechter beim Sauerampfer (<i>Rumex Acetosa</i>) (1922)	1167
59. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. VI—VII (1922)	1183
60. Lang- und kurzgrifflige Sippen bei <i>Veronica gentianoides</i> (1924)	1212
Anhang. 61. GREGOR MENDEL'S Briefe an CARL NÄGELI. 1866—1873.	1233
Register der Pflanzen, über die Beobachtungen und Experimente vorliegen	1298

1. Untersuchungen über die Xenien bei Zea Mays.

(Vorläufige Mittheilung.)

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 17, H. 10, S. 410—417. 1899.

(Eingegangen am 22. December 1899.)

Als Xenien bezeichnet man bekanntlich mit W. O. Фocke „Abänderungen der normalen Gestalt oder Farbe, die an irgend welchen Theilen durch die Einwirkung fremden Blütenstaubes hervorgebracht werden“. Man spricht in solchen Fällen auch von der „directen Wirkung“ des fremden Pollens. Obschon derartige Erscheinungen von höchstem Interesse für die Vererbungslehre sein müssten, sind sie zur Zeit doch so ungenügend untersucht, dass sogar ihre reale Existenz immer wieder in Frage gezogen werden konnte; eine Erklärung ist überhaupt noch nicht ernstlich versucht worden.

Seit 1894 habe ich alljährlich Versuche über Xenien angestellt. Es kam mir nicht darauf an, neue Fälle zu finden; ich wollte nur die Richtigkeit der Angaben prüfen und dann womöglich das Zustandekommen erklären. Die meisten Versuche wurden deshalb mit Mais-Rassen ausgeführt. Hier mussten nach den Angaben in der Litteratur die Xenien am regelmässigsten auftreten. Die Wahl dieser Pflanze war glücklich. Auf den Mais beziehen sich also die nachfolgenden Mittheilungen; auf die mit anderen Objecten angestellten Versuche werde ich zurückkommen.

Es ist fast überflüssig, noch besonders zu betonen, daß man nicht jede beliebige Abänderung, die an der Mutterpflanze in Folge der Bastardbestäubung auftritt, als Xenie betrachten darf; Veränderungen, die auf Störungen in der Ernährung, direct oder durch Correlationen, hervortreten, gehören z. B. so wenig hierher, wie Infectionen.

Vorbedingung war ein genaues Studium der Mais-Rassen, die hier in Tübingen cultivirt werden konnten. Die zehn, mit denen ich hauptsächlich experimentirte, wiesen fast alle wichtigeren Modificationen auf, die nach KOERNICKE beim Maiskorn vorkommen. Nur Pferdezahl-Mais, bei dem die Form des Kornes und die Beschaffenheit des Endospermes einige Experimente wünschenswerth gemacht hätten, konnte nicht verwandt werden, überhaupt keine Rasse mit stark mehligem Endosperm.

Die eigentliche Untersuchung zerfiel dann in zwei Theile: Nachdem die Experimente den Sachverhalt so weit als möglich aufgeklärt hatten, musste die histologische Untersuchung des Befruchtungsvorganges einsetzen. Die wesentlichsten Resultate des experimentellen Theiles standen schon im Herbst 1897 fest und wurden im Februar 1898 in einem (nicht veröffentlichten) Vortrag über Bastarde ausgesprochen (vor allem Satz 7 und 8); die histologische Untersuchung des Befruchtungsvorganges konnte ich leider erst in diesem Herbst, nach dem vorläufigen Abschluss meiner Untersuchungen über die Brutorgane der Laubmoose, in Angriff nehmen. Das Material, das ich mir, von 1897 ab, jährlich dafür conservirt hatte, erwies sich aber als unbrauchbar, und ich werde die histologische Untersuchung, deren Resultat sich übrigens schon jetzt mit aller Wahrscheinlichkeit voraussagen lässt, erst im kommenden Jahre nachholen. Einstweilen will ich die experimentell erhaltenen Resultate veröffentlichen, soweit sie sich auf *reine* Rassen beziehen; die Rassenbastarde bieten sehr interessante, aber auch sehr complicirte Verhältnisse, auf die ich hier nicht eingehen kann. Auf diese vorläufige Mittheilung wird eine größere Abhandlung mit Abbildungen folgen, die auch die Bastarde behandeln und die Litteratur geziemend berücksichtigen wird. Ich bin bereits mit der Redaction beschäftigt.

Die wichtigsten, durch wiederholte Experimente gewonnenen Ergebnisse lassen sich in folgende 17 Sätze bringen:

1. Fast jede Rasse von *Zea Mays* lässt sich wenigstens in einer Eigenschaft durch die Bestäubung mit dem Pollen einer (passend gewählten) zweiten Rasse direct abändern.

Nach Satz 14 müssen Rassen mit stärkereichem, gelbem Endosperm und blauvioletter Kleberschicht ganz unbeeinflussbar sein. Ich konnte sie nicht prüfen; alle von mir untersuchten Rassen liessen sich beeinflussen.

2. Fast jede Rasse ist im Stande, wenigstens eine andere Rasse in einer Eigenschaft direct abzuändern, wenn diese Rasse mit ihrem Pollen bestäubt wird.

Unter den zehn Rassen, mit denen ich vorzüglich experimentirte, machte nur der weisse Zuckermais eine Ausnahme; nach Satz 14 muss die Bestäubung mit dem Pollen aller Zuckermais-Rassen mit hyalinem (farblosem) Endosperm und hyaliner (farbloser) Kleberschicht ohne directen Einfluss bleiben.

3. Wenn der Pollen einer Rasse bei einer zweiten eine Abänderung hervorruft, ist sie in allen Fällen qualitativ gleich, eventuell quantitativ verschieden.

4. Es treten bei der bestäubten Pflanze nur solche neuen Eigenschaften auf, die jene Rasse, die den Pollen geliefert hat, besitzt, keine einer dritten Rasse angehörenden und keine ganz neuen.

5. Der abändernde Einfluss kann bei jedem einzelnen Fruchtknoten nur von einem Pollenkorn ausgeübt werden, und zwar von dem, dessen einer Spermakern die Eizelle befruchtet.

Die aus einem Xenien-Korn erwachsende Pflanze ist stets ein Bastard.

6. Der abändernde Einfluss beginnt frühestens zur Zeit der Befruchtung der Eizelle.

7. Der abändernde Einfluss des fremden Pollens äussert sich nur beim *Endosperm*. *Alles*, was ausserhalb desselben liegt, bleibt direct unverändert.

8. Der Einfluss erstreckt sich nur auf die *Farbe* des Endosperms und die *chemische Beschaffenheit* des Reservematerials: Stärke oder „Schleim“ (Dextrin?), in ihm.

Vor allem bleiben die *Grösse* und die *Gestalt* des Kornes und die des Endosperms direct unverändert¹⁾.

9. Sind aber bei zwei Rassen (A und B) die Endosperme in der Farbe oder der chemischen Beschaffenheit verschieden, so tritt wenigstens bei einer von den beiden möglichen Verbindungen ($A\text{♀} + B\text{♂}$ und $B\text{♀} + A\text{♂}$) Xenienbildung ein.

Die Zahl der Xenienkörner beträgt, je nach den Rassen, 100 pCt. der aus der Befruchtung mit fremdem Pollen entstandenen Körner, oder etwas weniger.

10. Wenn zwei Rassen nur in einem Punkt verschieden sind, in dem sich Xenien zeigen können, so ist die Beeinflussung stets einseitig, nicht gegenseitig. Anders formulirt: Wenn das Endosperm der Rasse A durch die Bestäubung mit dem Pollen der Rasse B in einem Punkt (z. B. in der Farbe der Kleberschicht) verändert wird, wird das Endosperm der Rasse B durch die Bestäubung mit dem Pollen der Rasse A nicht beeinflusst (die Kleberschicht behält genau ihre Farbe).

11. Unterscheiden sich zwei Rassen in zwei oder mehr Punkten, in denen sich der Einfluss des fremden Pollens äussern kann, so tritt im einzelnen Punkt die Aenderung nur bei einer von den beiden möglichen Verbindungen,

¹⁾ Scheinbare Ausnahmen sind durch die Aenderung der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm bedingt.

Die Eigenschaft des Endosperms, mehlig oder glasig zu sein, konnte nicht geprüft werden, da die von mir cultivirten Rassen keine genügenden Unterschiede zeigten, extreme Rassen aber im Tübinger Klima nicht zur Reife zu bringen waren.

Ueber das Verhalten gewisser feinerer Structurdifferenzen im Endosperm der Rassen bin ich mir noch nicht klar geworden.

also nur bei einer Rasse, auf, von der Summe der Punkte kann aber der eine bei der einen, der andere bei der andern Rasse beeinflusst werden.

Die Farbe der Kleberschicht kann z. B. bei der Rasse A durch die Befruchtung mit der Rasse B ($A\text{♀} + B\text{♂}$), die Farbe des übrigen Endosperms bei der Rasse B durch die Befruchtung mit der Rasse A ($B\text{♀} + A\text{♂}$) abgeändert werden; bei $A\text{♀} + B\text{♂}$ bleibt dann aber (bei der Rasse A) die Farbe des Endosperms, bei $B\text{♀} + A\text{♂}$ (bei der Rasse B) die der Kleberschicht unverändert.

12. Eine bestimmte Eigenschaft, die überhaupt als Xenie auftreten kann (z. B. die blaue Färbung der Kleberschicht), wirkt bei jeder Rasse, die sie besitzt, durch die Bestäubung auf jede andere Rasse, die diese Eigenschaft nicht besitzt, in gleicher Weise ein, wie verschieden diese bestäubten und bestäubenden Rassen sonst sein mögen.

13. Wird das Endosperm einer Rasse (A) nach der Bestäubung mit dem Pollen einer zweiten Rasse (B) verändert, so geht der Einfluss doch nie so weit, dass es dem Endosperm der zweiten Rasse (B) in dem Punkte völlig gleich würde (während, wie Satz 10 und 11 sagen, das Endosperm der Rasse B nach der Bestäubung mit dem Pollen der Rasse A in dem Punkte keine Spur eines Einflusses von A zeigt).

14. Die Xenien kommen entweder dadurch zu Stande, dass ein Farbstoff ausgebildet wird, den die Rasse sonst nicht bildet, oder dadurch, dass eine complicirtere chemische Verbindung (Stärke) statt einer weniger complicirten („Schleim“, Dextrin?) abgelagert wird; nie umgekehrt dadurch, daß die Farbstoffbildung verhindert oder eine einfachere Substanz statt einer complicirteren abgelagert würde.

15. In einzelnen Fällen kann man sicher sagen, daß die phylogenetisch jüngere Eigenschaft die phylogenetisch ältere verdrängt (während diese, nach Satz 10, auf die jüngere ganz ohne Einfluss ist).

16. Die Form, in der sich die Eigenschaften der zur Bestäubung benutzten Rasse (A) am Endosperm der bestäubten Rasse (B) verrathen, ist dieselbe, in der sie sich später auch am Endosperm der Körner des Bastardes ($A + B$) zeigen kann, die durch Selbstbestäubung oder Bestäubung mit dem Pollen einer zur Xenienbildung untauglichen Rasse entstehen.

Trotzdem sind Xenien-Kolben von der Herkunft $A\text{♀} + B\text{♂}$ und Bastard-Kolben derselben Abstammung, wie sie bei Selbstbestäubung entstehen, stets zu unterscheiden, auch wenn die Grösse und die Gestalt der Körner bei beiden Eltern die gleichen: Bei den Xenien-Kolben sind die Eigenschaften der Eltern mehr im einzelnen Korn gemischt, bei den Bastard-Kolben mehr getrennt auf verschiedene Körner vertheilt.

Nicht ganz so sicher ist der folgende Satz:

17. Wenn die Bestäubung mit dem Pollen einer bestimmten Rasse A bei dem Endosperm einer Rasse B ungleich intensiv Xenien hervorruft, ist eine besonders starke Beeinflussung des Endosperms durch A kein Anzeichen, dass auch beim Bastard ($B\varphi + A\sigma$), der aus den betreffenden, besonders stark beeinflussten Körnern hervorgeht, die Eigenschaften der Rasse A ungewöhnlich in den Vordergrund treten. Anders formulirt: Aus einem Xenien-Korn, das den Einfluss der fremden Rasse A besonders ausgesprochen zeigt, geht kein Bastard hervor, dessen Körner denen der Rasse A ähnlicher sind als sonst.

Unter den Beobachtungen, die ich in der Litteratur niedergelegt fand, sind die FR. KOERNICKE's weitaus die besten; soweit sie gehen, decken sie sich fast vollständig mit meinen eigenen. Leider hat ein Irrthum (über den Sitz des Gelben beim Maiskorn) ihm unmöglich gemacht, über die Feststellung der einzelnen Fälle wesentlich hinaus zu kommen.

Die Xenien sind beim Mais also thatsächlich vorhanden, aber auf das Endosperm beschränkt. Sie scheinen mir (seit dem Herbst 1897) nur durch zwei Annahmen erklärbar zu sein.

Nach der ersten Annahme fände eine richtige Verschmelzung des secundären Embryosackkernes mit einem generativen Kern aus dem Pollenschlauch statt, die ich mir ähnlich, wenn auch nicht ganz so dachte, wie sie später von NAWASCHIN und GUIGNARD für einige Liliaceen nachgewiesen wurde¹). Sie wäre eine eigentliche Befruchtung; ein Maiskorn, das durch Bestäubung mit einer anderen Rasse entstanden ist, enthielte also neben dem Bastard-Embryo noch ein *Bastard-Endosperm*.

Nach der zweiten Annahme fände eine *enzymatische* Einwirkung vom Bastard-Embryo auf das Endosperm statt. Sie schien mir nicht zu weit hergeholt, da es sich nur um die Ausbildung von Farbstoffen oder nahe verwandten Reservestoffen handelt (Satz 14).

Hier musste die histologische Untersuchung einsetzen, die ich von Jahr zu Jahr hinausschob und die ich nun auch heuer nicht ausführen kann.

Obschon meine Versuche, durch Impfung eine Farbenänderung des Endosperms zu veranlassen, fehlschlagen, und verschiedene Schwierigkeiten sich zeigten — vor Allem gab Satz 16 zu denken —, neigte ich mich immer mehr der zweiten Annahme zu, weil mir die folgenden zwei Thatsachen zu deutlich gegen die Bastardnatur des Xenien-Endosperms zu sprechen schienen:

¹) Ich dachte unbegreiflicher Weise nicht an den zweiten generativen Kern, sondern an eine Theilung des einen, zur Befruchtung der Eizelle bestimmten, im Embryosack.

1. Das Endosperm zeigt in Form und Grösse keinen Einfluss der zur Befruchtung verwandten Rasse (Satz 8), wenn der Unterschied auch noch so gross und der Einfluss in der Farbe und der Beschaffenheit des Reserve-materials noch so deutlich ist. — Bei der Entstehung durch Befruchtung wäre das Bastard-Endosperm in Form und Grösse stets gleich dem Endosperm der Mutter, während nach allem bis jetzt Bekannten ein Rassen-Bastard wohl dem einen Elter völlig gleich sein kann, das Geschlecht dabei aber einflusslos ist.

2. Das Endosperm eines Xenien-Kornes von der Entstehung $A\text{♀} + B\text{♂}$ verhält sich anders als das eines Kornes von der Entstehung $B\text{♀} + A\text{♂}$ (Sätze 10 und 13), während, nach allen exacten Beobachtungen, die Bastarde $A\text{♀} + B\text{♂}$ und $B\text{♀} + A\text{♂}$ gleich oder so gut wie gleich sind¹⁾. — Die größere Vererbungskraft der einen Anlage (A) kann nie erklären, dass die andere Anlage (B) in der einen Combination ($A\text{♀} + B\text{♂}$) stets ganz unterliegt, in der anderen Combination ($B\text{♀} + A\text{♂}$) sich deutlich zeigt, ja stärker sein kann als A.

Satz 14 gab ebenfalls zu denken, und da es ganz unwahrscheinlich war, dass eine Befruchtung der Polkerne im Embryosack nur bei *Zea*, und nur bei deren Xenien, vorkommen sollte, wenn sie überhaupt existierte, schien es mir ganz unglaublich, dass ein solcher Vorgang den zahlreichen trefflichen Beobachtern, die den Befruchtungsvorgang studirten, entgangen sein sollte.

Als dann NAWASCHIN und GUIGNARD ihre Beobachtungen veröffentlichten, die, freilich in einer anderen Familie, eine Verschmelzung des zweiten generativen Kernes aus dem Pollenschlauch mit den Polkernen im Embryosack bewiesen, sah ich mich veranlasst, die eben angeführten Gegengründe nochmals zu prüfen, und da stellte sich heraus, dass sie durchaus nicht stichhaltig sind.

Zu 1. Die Grösse des Bastard-Embryos ist auch nicht wesentlich verschieden von der des normalen Embryos bei der die Eizelle liefernden Rasse. Er ist bei der Combination $A\text{♀} + B\text{♂}$ auch so gross wie bei $A\text{♀} + A\text{♂}$ und bei der Combination $B\text{♀} + A\text{♂}$ so gross wie bei $B\text{♀} + B\text{♂}$. — Die Grösse des Embryos und des Endosperms beruht entweder direct auf der Grösse des disponiblen Raumes in der Fruchtschale oder ausserdem noch auf der Ernährung; und die Fruchtschale wird ja nicht beeinflusst. Wie die Erscheinung auch zu erklären sein mag: Da der Bastard-Embryo in seiner Grösse keinen Einfluss des Vaters zeigt, braucht man einen solchen auch beim Bastard-Endosperm nicht zu erwarten.

Ebenso hängt die definitive Gestalt des Endosperms von der Gestalt des Raumes ab, der ihm in der Fruchtschale zur Verfügung steht; die Frucht-

¹⁾ Das gilt auch, soweit meine Beobachtungen reichen, für die Rassen-Bastarde beim Mais, die sich aus den Bastardembryonen entwickeln.

schale bestimmt die Form, nicht das Endosperm, wie sich direct zeigen lässt. Sie verändert sich aber nach der Bestäubung mit fremdem Pollen nicht, also kann sich der Einfluss des fremden Pollens auch in diesem Punkt nicht beim Bastard-Endosperm geltend machen. — Auch die Gestalt des Bastard-*Embryos* bleibt die der Rasse, die die Eizelle geliefert hat, auch sie hängt von dem verfügbaren Raum in der Fruchtschale ab.

Ich brauche wohl nicht weiter auszuführen, dass diese Thatsachen den Satz, der Bastard $A\varnothing + B\sigma$ sei gleich dem Bastard $B\varnothing + A\sigma$, bei vernünftiger Fassung, unberührt lassen.

Zu 2. Unvereinbar mit diesem Satze bleibt aber die unter 2 ausgesprochene, ganz feststehende Thatsache. Er ist aber aufgestellt für das Product, das aus der Vereinigung der Eizelle und eines generativen Kernes aus dem Pollenschlauch entsteht, aus der Vereinigung *zweier* Kerne. Vor der Bildung des Endosperms vereinigen sich aber *drei* Kerne, zwei mit den Eigenschaften der Pflanze, die die Eizelle liefert, und einer mit den Eigenschaften der den Pollen liefernden Pflanze. Die Erbmasse für jeden einzelnen Kern gleichgross genommen, ist die der einen Pflanze doppelt so gross als die der andern. Das reicht für die Erklärung aus, wenn man noch eine ungleiche Vererbungskraft der beiden Anlagen dazunimmt und postulirt, dass bei einem gewissen, zu grossen Uebergewicht der einen Anlage die andere sich nicht mehr zeigen kann.

Näher hierauf einzugehen, empfiehlt sich erst dann, wenn die Art, wie die drei Kerne sich vereinigen, genau festgestellt ist.

Ich bin fest überzeugt, dass die histologische Untersuchung des Befruchtungsvorganges auch beim Mais eine Verschmelzung des zweiten generativen Zellkernes mit den Polkernen im Embryosack zeigen wird. Damit ist dann die Xenienbildung beim Mais erklärt. Es wird sich dann zeigen, dass NAWASCHIN's Annahme, bei der Verschmelzung handle es sich um eine richtige Befruchtung, richtig ist, und es werden sich noch manche interessante Thatsachen ableiten lassen. So aus Satz 12, dass es sich bei der Befruchtung nicht um die Vererbungskraft der Rassen, sondern um die der einzelnen Anlagen (für die Eigenschaften) handelt; aus Satz 15, dass diese Kraft bei phylogenetisch älteren Anlagen durchaus nicht immer stärker ist als bei phylogenetisch jüngeren, etc.

Xenien von der Art, wie sie der Mais zeigt, sind dann überall da zu erwarten, wo zwei Rassen, die sich bastardiren lassen, Unterschiede in der Beschaffenheit des Endosperms zeigen. Ein zweiter Fall ist schon bekannt, ich meine die von GILTAY untersuchte Xenie beim Roggen; sie entspricht vollkommen einem Specialfall beim Mais. Umgekehrt wird das Auftreten

solcher Xenien ein Reagens dafür abgeben, ob die Endospermibildung durch eine Befruchtung eingeleitet wird. Leider sind die Fälle, wo Rassen oder näher verwandte Arten wesentliche Unterschiede in der Beschaffenheit des Endosperms zeigen, selten.

Hinter alle jene Fälle von Xenien, die sich jenseits des Embryosackes gezeigt haben sollen, möchte ich ein dickes Fragezeichen machen. Dadurch, dass die bestbeglaubigten Xenien sich durch eine Befruchtung der Polkerne im Embryosack erklären lassen werden, sind die Chancen für die reale Existenz dieser anderen Xenien jedenfalls nicht gestiegen. Meine eigenen Versuche mit Erbsen und Lilien haben rein negative Ergebnisse gehabt.

Auch die von TREVOR CLARKE angegebenen „Xenien“ der Samen von *Matthiola*, die meines Wissens nicht näher untersucht sind, verdanken ihre Existenz einem Missverständniss. Die blauschwarze Farbe der Samen mancher Levkoyen-Rassen beruht auf der Ausbildung blauer Proteinkörner in der unteren Epidermis der Cotyledonen; bestäubt man eine gelbsamige Rasse mit dem Pollen einer blauschwarzsamigen, so werden die Samen durch den Bastard - Embryo mehr oder weniger intensiv blau. Es ist im Wesentlichen das gleiche Verhalten, wie bei der Bastardirung gelb- und grünsamiger Erbsen-Rassen, das schon DARWIN und MENDEL richtig deuteten.

2. G. MENDEL's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 18, H. 4, S. 158—168. 1900.

(Eingegangen am 24. April 1900.)

Die neueste Veröffentlichung HUGO DE VRIES': „Sur la loi de disjonction des hybrides“¹⁾, in deren Besitz ich gestern durch die Liebenswürdigkeit des Verfassers gelangt bin, veranlasst mich zu der folgenden Mittheilung.

Auch ich war bei meinen Bastardirungsversuchen mit Mais- und Erbsenrassen zu demselben Resultat gelangt, wie DE VRIES, der mit Rassen sehr verschiedener Pflanzen, darunter auch mit zwei Maisrassen, experimentirte. Als ich das gesetzmässige Verhalten und die Erklärung dafür — auf die ich gleich zurückkomme — gefunden hatte, ist es mir gegangen, wie es DE VRIES offenbar jetzt geht: ich habe das alles für etwas Neues gehalten²⁾. Dann habe ich mich aber überzeugen müssen, dass der Abt GREGOR MENDEL in Brünn in den sechziger Jahren durch langjährige und sehr ausgedehnte Versuche mit Erbsen nicht nur zu demselben *Resultat* gekommen ist, wie DE VRIES und ich, sondern dass er auch genau dieselbe *Erklärung* gegeben hat, soweit das 1866 nur irgend möglich war³⁾. Man braucht heutzutage nur „Keimzelle“, „Keimbläschen“ durch Eizelle oder Eizellkern, „Pollenzelle“ eventuell durch generativen Kern zu ersetzen. — Auch einige Versuche mit *Phaseolus* hatten MENDEL ein entsprechendes Resultat gegeben, und er vermuthete bereits, dass die gefundene Regel in vielen weiteren Fällen Gültigkeit habe.

Diese Arbeit MENDEL's, die in FOCKE's „Pflanzenmischlingen“ zwar erwähnt, aber nicht gebührend gewürdigt ist, und die sonst kaum Beachtung gefunden hat, gehört zu dem Besten, was jemals über Hybride geschrieben wurde, trotz mancher Ausstellungen, die man in nebensächlichen Dingen, z. B. was die Terminologie anbetrifft, machen kann.

1) Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, Paris, 1900, 26. mars.

2) Vergl. die Nachschrift. (Nachtr. Anm.)

3) GREGOR MENDEL, Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verh. des Naturf. Vereines in Brünn, Bd. IV. 1866.

Ich habe es dann nicht für nöthig gehalten, mir die Priorität für diese „Nach-Entdeckung“ durch eine vorläufige Mittheilung zu sichern, sondern beschlossen, die Versuche noch weiter fortzusetzen.

Ich beschränke mich im Folgenden auf einige Angaben über die Versuche mit *Erbsen*-Rassen¹⁾. — Die Rassenbastarde des Mais verhalten sich zwar im Wesentlichen gleich, bieten aber complicirtere Verhältnisse, es lässt sich schwerer mit ihnen experimentiren und einige, übrigens weniger wesentliche Punkte habe ich hier noch nicht in einer mir genügenden Weise aufgeklärt. Sie werden später an anderer Stelle genauer besprochen werden.

Die Erbsenrassen sind, wie MENDEL richtig betont, für die uns hier interessirenden Fragen geradezu unschätzbar, weil die Blüthen nicht nur autogam sind, sondern auch nur äusserst selten von Insecten gekreuzt werden. Ich kam durch meine Versuche über die Bildung von Xenien — die hier nur negative Resultate ergaben — auf diese Objecte und verfolgte die Beobachtungen weiter, als ich fand, dass hier die Gesetzmässigkeit viel durchsichtiger ist, als beim Mais wo sie mir zuerst aufgefallen war.

Die Merkmale, durch die sich die Erbsenrassen unterscheiden, kann man, wie überall, zu Paaren zusammenordnen, bei denen sich jeder Paarling auf denselben Punkt bezieht, der eine bei der einen, der andere bei der andern Rasse, z. B. auf die Farbe der Cotyledonen, der Blüthe, der Samenschale, des Nabels am Samen etc. Bei vielen Paaren ist das eine Merkmal, resp. die Anlage dafür, so viel „stärker“ als das andere, resp. dessen Anlage, dass nur es allein bei der Bastardpflanze hervortritt, während sich das andere durchaus nicht zeigt. Man kann das eine das dominirende, das andere das recessive nennen, wie es seinerzeit MENDEL that und durch einen merkwürdigen Zufall nun auch DE VRIES thut. Dominirend ist zum Beispiel die gelbe Farbe der Cotyledonen gegenüber der grünen, die rothe der Blüthe gegenüber der weissen.

Es ist mir aber ganz unverständlich, wie DE VRIES annehmen kann, es gebe bei allen Merkmalspaaren, in denen sich zwei Sippen unterscheiden, einen im Bastard dominirenden Paarling²⁾. Selbst bei den Erbsenrassen, wo manche Merkmalspaare ganz dem Schema entsprechen, giebt es andere, wo kein Merkmal dominirt; so die Farbe der Samenhaut, ob rothorange oder

¹⁾ Die Rassen werden hier unter den Namen aufgeführt, unter denen ich sie von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt bezog.

²⁾ Z. B. „D'autre part, l'étude des caractères simples des hybrides peut fournir la preuve la plus directe du principe énoncé. L'hybride montre toujours le caractère d'un des deux parents, et cela dans toute sa force; jamais le caractère d'un parent, manquant à l'autre, ne se trouve réduit de moitié“ (l. c. Absatz 3, der gesperrte Druck rührt von mir her).

grünlich-hyalin¹). Dann kann der Bastard alle Uebergänge zeigen (gerade bei der Samenhaut der Erbsen), oder er zeigt stets mehr vom einen als vom andern Merkmal (so bei Levkoyen-Bastarden, wo z. B. ein gewisser Bastard an der gerade merklich schwächeren Behaarung eben noch von der einen Stammsippe unterschieden werden kann, aber bei einiger Aufmerksamkeit immer, während er von der anderen, kahlen Stammsippe ausserordentlich absticht).

Das Nachstehende gilt nur für solche Merkmalspaare, die einen dominirenden und einen recessiven Paarling unterscheiden lassen; es ist kein Grund einzusehen, warum es nicht auch für Merkmalspaare anderer Art gelten kann, doch liegt kein Beispiel vor²). — Wir beschränken uns zunächst auf *ein* Merkmalspaar, wobei es ganz gleich ist, ob die verbundenen Rassen nur durch es oder auch durch andere Paare differiren, und wählen auch gleich ein bestimmtes Paar: die gelbe oder grüne Farbe des Keimes. Hier lassen sich nämlich am leichtesten grosse Zahlen erhalten.

Die Thatfachen, die MENDEL fand, die ich nur bestätigen konnte, und die auch mit dem von DE VRIES für seine Objecte Angeführten stimmen, sind nun folgende:

1. In der ersten Generation verhalten sich alle Individuen des Bastardes gleich; es tritt nur das dominirende Merkmal zu Tag. In unserem speciellen Fall sind die Cotyledonen gelb.

2. Bei der Aussaat dieser Samen mit gelbem Keim erhält man Pflanzen, deren durch Selbstbefruchtung entstandene Hülsen Samen mit gelbem Keim und Samen mit grünem Keim, die zweite Generation, enthalten, und zwar durchschnittlich *drei* mit gelbem auf *einen* mit grünem; sind in der Hülse vier oder mehr Samen, so ist gewöhnlich einer mit grünem Keim dabei.

3. Sät man die Samen mit grünem Keim aus, so erhält man Pflanzen, deren durch Selbstbefruchtung entstandene Hülsen nur Samen mit grünem Keim, die dritte Generation, enthalten. Diese geben wieder nur Samen mit grünem Keim, die vierte Generation, und so fort. Sie verhalten sich in diesem Merkmal, dem recessiven, wie die reine Rasse, die es besitzt.

4. Sät man die Samen mit gelbem Keim aus, so erhält man Pflanzen, die in zwei Klassen gebracht werden können, in

Klasse A, mit solchen, deren durch Selbstbefruchtung entstandene Hülsen nur Samen mit gelbem Keim (die dritte Generation) enthalten, und in

¹) Die Farbe des Nabels (ob schwarz oder bräunlich etc.) bietet dagegen ein dominierendes oder ein recessives Merkmal.

²) Inzwischen habe ich einen Fall gefunden. (Nachtr. Anm.)

Klasse B, mit solchen, deren durch Selbstbefruchtung entstandene Hülsen Samen mit gelbem und Samen mit grünem Keim enthalten (die dritte Generation). Der Zahl nach kommen wieder durchschnittlich *drei* Samen mit gelbem Keim auf *einen* mit grünem, wie bei der zweiten Generation (Absatz 2).

Der Individuenzahl nach verhält sich die Klasse A zur Klasse B annähernd wie *eins* zu *zwei*.

Ich betone nochmals, dass die Keime der Individuen der Klasse A von denen der Klasse B dem A aussehen nach durchaus nicht verschieden sind, erst die Ernte der durch Selbstbefruchtung entstandenen Hülsen lässt entscheiden, ob der ausgesäte gelbe Keim in die eine oder in die andere Klasse gehörte.

5. Die Samen mit gelbem Keim, die von Pflanzen der Klasse A (Absatz 4, A) stammen, geben Pflanzen, deren durch Selbstbestäubung entstandene Hülsen wieder lauter Samen mit gelbem Keim enthalten (die vierte Generation). Aus diesen entwickeln sich Pflanzen, die wieder lauter Samen mit gelbem Keim geben (die fünfte Generation), und so fort. Sie verhalten sich in diesem Merkmal, dem dominirenden, wie die reine Rasse, die es besitzt.

6. Die Samen mit grünem Keim, die von Pflanzen der Klasse B (Absatz 4, B) stammen, geben Pflanzen, deren durch Selbstbestäubung entstandene Hülsen lauter Samen mit grünem Keim enthalten (die vierte Generation). Aus diesen entwickeln sich Pflanzen, die wieder nur Samen mit grünem Keim enthalten (die fünfte Generation), und so fort; — wie die grünen Keime der zweiten Generation (Absatz 3).

7. Die Samen mit gelbem Keim, die von Pflanzen der Klasse B (Absatz 4, B) stammen, geben genau so, wie es in Absatz 4 geschildert wurde, zweierlei Pflanzen, im Zahlenverhältniss *eins* zu *zwei*, deren Samen sich so verhalten, wie es Absatz 5 und 6 angiebt, und so fort.

Zunächst mag die nachstehende Tabelle das eben Ausgeführte erläutern und zugleich zusammenfassen; sie giebt auch die Zahlenverhältnisse an.

Eltern	Bastard					
	I. Gen.	II. Gen.	III. Gen.	IV. Gen.	V. Gen.	VI. Gen.
∞ grün	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \infty \text{ gelb}$	1 grün...	$\left. \begin{array}{l} \infty \text{ grün...} \\ 1 \text{ grün...} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \infty \text{ grün...} \\ \infty \text{ grün...} \\ 1 \text{ grün...} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \infty \text{ grün...} \\ \infty \text{ grün...} \\ \infty \text{ grün...} \\ 1 \text{ grün...} \end{array} \right\} 3$	$\left. \begin{array}{l} \infty \text{ grün} \\ \infty \text{ grün} \\ \infty \text{ grün} \\ \infty \text{ grün} \\ 1 \text{ grün} \\ 3 \text{ gelb} \\ \infty \text{ gelb} \\ \infty \text{ gelb} \\ \infty \text{ gelb} \\ \infty \text{ gelb} \end{array} \right\}$
∞ gelb		$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ gelb} \\ \\ \\ 1 \text{ gelb...} \end{array} \right\} 3$	$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ gelb} \\ \\ \\ 1 \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \end{array} \right\} 3$	$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ gelb} \\ \\ \\ 1 \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \end{array} \right\} 3$	$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ gelb} \\ 1 \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \end{array} \right\} 3$	$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ gelb} \\ 1 \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \\ \infty \text{ gelb...} \end{array} \right\}$

Das Zeichen ∞ soll nur andeuten, dass alle Samen des Descendenten, vor dem es steht, dieselben Keime enthalten.

Die nachstehenden beiden Tabellen bringen des Weiteren das Resultat von zweien meiner Versuchsreihen. In jeder der von oben nach unten aufeinander folgenden Generationen giebt die obere fette Ziffer die Zahl der erhaltenen Keime, die untere magere die der Individuen an, die aus diesen Keimen gezogen wurden und zum Fruchten kamen; ge = gelb, gr = grün. Das Uebrige versteht sich von selbst.

Versuch I.

Bastard zwischen der „grünen, späten Erfurter Folgererbse“ mit grünem Keim und der „purpurviolettschotigen Kneifelerbse“ mit gelbem Keim¹⁾.

I. Gener.	51 ge.					
		19				
II. Gener.	619 ge.					206 gr. (25%)
	25					
	7 (28%)	18			11	
III. Gener.	251 ge.	550 ge.			195 gr. (26,2%)	538 gr.
	7	18			14	10
		8 (44%)	10			
IV. Gener.	224 ge.	216 ge.	225 ge.	70 gr. (23,8%)	370 gr.	307 gr.

Versuch II.

Bastard zwischen der „grünen, späten Erfurter Folgererbse“ mit grünem Keim und der „Bohnenerbse“ mit gelbem Keim.

Das Zahlenverhältniss der gelben Keime zu den grünen schwankt bei den einzelnen Individuen sehr. Die zwei kleinsten Procentzahlen für die grünen sind bei Versuch I 7,7 und 14,9, die grössten 44,2 und 40,0. — Ob das dominirende Merkmal vom Vater oder von der Mutter geliefert wird, ist ohne Einfluss, und bei allen Rassen, die ein bestimmtes Merkmalspaar besitzen, verhält dieses sich gleich.

¹⁾ Bei gleicher Behandlung haben die Pflanzen in den auf einander folgenden Generationen durchschnittlich 43,3, 47,7 und 28,8 Samen producirt, ein gutes Beispiel für die Folgen der Selbstbestäubung, das auch Licht auf die Ursache des „Riesenwuchses“ mancher Bastarde wirft. (Nachtr. Anm.)

Der Versuch II zeigt das Zahlenverhältniss zwischen den zwei aus den Samen mit gelbem Keim entstehenden Individuen-Klassen zufällig ganz genau ($7 : 14 = 1 : 2$); bei dem Versuch I wird es nur beim Mittel aus Generation III und IV deutlich: $15 [= 7 \text{ (III)} + 8 \text{ (IV)}]$ Individuen der einen Klasse stehen $28 [= 18 \text{ (III)} + 10 \text{ (IV)}]$ der anderen gegenüber ($34,9 : 65,1$ statt $33,3 : 66,6$).

I. Gener.	31 ge.			
	12			
II. Gener.	775 ge.		247 gr. (24,2%)	
	21		20	
	7 (33%)	14		
III. Gener.	292 ge.	462 ge.	149 gr. (23,6%)	670 gr.

Zur Erklärung muss man mit MENDEL annehmen, dass nach der Vereinigung der Sexualkerne¹⁾ die „Anlage“ für das eine Merkmal, das „recessive“, in unserem Falle die für grün, durch die für das andere „dominirende“ Merkmal, also die für gelb, an der Entfaltung verhindert wird; die Keime werden alle gelb. Die Anlage bleibt aber erhalten, ist nur „latent“, und vor der definitiven Ausbildung der Sexualkerne tritt stets eine glatte Trennung der beiden Anlagen ein, in der Art, dass die *Hälfte* der Sexualkerne die Anlage für das *recessive* Merkmal, für grün, erhält, die *Hälfte* die Anlage für das *dominirende*, für gelb. Die Trennung erfolgt frühestens bei der Anlegung der Samenanlagen und der Staubfäden²⁾. Das Zahlenverhältniss 1 : 1 spricht sehr dafür, dass sie bei einer Kerntheilung erfolgt, der Reductionstheilung WEISMANN's³⁾, doch würde ein näheres Eingehen darauf, der vielen Schwierigkeiten wegen, uns hier zu weit führen.

Von 1000 Eikernen enthalten dann 500 die Anlage für das dominirende Merkmal (gelb), 500 die Anlage für das recessive (grün), und von 1000 gene-

¹⁾ MENDEL spricht natürlich nicht von Kernen, sondern von „Keimzellen“ und „Pollenzellen“.

²⁾ und spätestens bei der ersten Kerntheilung im Pollenkern und bei der Theilung, aus der der primäre Embryosackkern hervorgeht. Denn beim Mais lehrt die Uebereinstimmung zwischen Bastard-Endosperm und Bastard-Embryo, dass die zwei generativen Kerne im Pollenschlauch und alle acht Kerne im Embryosack nur mehr je eine von den beiden Anlagen enthalten. (Nachtr. Anm.)

³⁾ Man vergleiche das „Keimplasma“, S. 392 u. f.

rativen Kernen aus den Pollenschläuchen auch 500 die für das dominirende (gelb) und 500 die für das recessive (grün). Bringt nun der Zufall die Sexualkerne zusammen, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei den 1000 Kernvereinigungen die gleichen Anlagen zusammenkommen (zwei dominirende oder zwei recessive), und die, dass die ungleichen zusammenkommen (ein dominirendes und ein recessives), gleich gross, also $\frac{1}{2}$; jedes von beiden wird also 500mal, bei 50 pCt. der Verbindungen, eintreten.

Im ersten Fall — wenn gleiche Anlagen zusammenkommen — ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei recessive zusammentreffen, so gross, wie die, dass es zwei dominirende thun, also wieder $\frac{1}{2}$; jedes von beiden wird 250mal, bei 25 pCt. der Verbindungen, eintreten. Das Resultat ist bei dem betreffenden Merkmalspaar das gleiche, wie wenn die Sexualkerne der einen oder der anderen reinen Rasse sich vereinigen würden.

Im zweiten Fall — wenn ungleiche Anlagen zusammentreffen — muss bei der Selbstbestäubung das Resultat das gleiche sein, wie bei der ersten, vom Experimentator ausgeführten Bastardirung. Die dominirende Anlage wird die recessive an der Entfaltung hindern, später, vor der definitiven Ausbildung der Sexualkerne, werden sie sich beide wieder trennen, wie es für den künstlich hergestellten Bastard beschrieben wurde. „Es findet demnach eine wiederholte Hybridisirung statt“ (MENDEL).

Die Nachkommenschaft der ersten Generation muss sich also in drei Klassen bringen lassen: 25 pCt. besitzen nur das recessive, 25 pCt. nur das dominirende und 50 pCt. beide Merkmale, obschon äusserlich nur das dominirende wahrgenommen werden kann. — Dass in den beiden ersten Fällen die weiteren Generationen constant das eine oder andere Merkmal zeigen, im dritten sich die Spaltung wiederholen muss, ist eine nothwendige Folge unserer Annahme.

Wird der Bastard (in der ersten Generation) statt mit eigenem Pollen mit dem der Elternrasse, die das dominirende Merkmal besitzt, bestäubt, so wird man lauter Individuen mit dem dominirenden Merkmal erhalten; von deren Nachkommenschaft wird aber bei Selbstbestäubung die eine Hälfte lauter Individuen mit dem dominirenden Merkmal geben, die anderen Individuen mit dem dominirenden und solche mit dem recessiven, und zwar im Verhältnis 3 : 1. — Wird der Bastard (in der ersten Generation) dagegen mit dem Pollen der Elternrasse, die das recessive Merkmal besitzt, bestäubt, so wird sofort die Hälfte der Individuen, die man erhält, das recessive Merkmal zeigen, die andere Hälfte das dominirende, die Nachkommenschaft jener wieder nur das recessive, die Nachkommenschaft dieser das dominirende und das recessive, wieder im Verhältniss 3 : 1.

Diese theoretisch abgeleitete Regel finde ich bei meinen Maisbastarden realisiert.

Da sich zwei Klassen von Individuen, die mit der dominirenden Anlage und die mit der dominirenden und der recessiven, äusserlich nicht unterscheiden lassen, kann nur bei Selbstbefruchtung das richtige Zahlenverhältniss ermittelt werden, und weil diese bei den Erbsen ohne Weiteres stattfindet, sind sie so überaus günstige Objecte.

Eine weitere Consequenz des Ausgeführten ist, dass, so lange durch eine nur vom Zufall abhängige Selection die Individuenzahl eines Feldes in den successiven Generationen gleich bleibt, die Zahl der die Mittelklasse bildenden, beide Anlagen besitzenden Individuen stetig abnehmen muss, bis sie schliesslich völlig verschwinden. In der zweiten Generation machen sie 50 pCt., in der dritten 25 pCt., in der vierten 12,5 pCt., in der fünften 6,25 pCt., in der n-ten $\frac{100}{2^{n-1}}$ pCt. aller vorhandenen Individuen aus. Dieses numerische Zurückbleiben der Mittelklasse hat MENDEL ebenfalls schon abgeleitet¹⁾.

Bis jetzt betrachteten wir nur das Verhalten eines Merkmalspaares mit einem dominirenden Paarling. MENDEL hat aber auch schon den Fall theoretisch erörtert und experimentell geprüft, dass die Eltern in zwei oder mehr derartigen Merkmalspaaren differiren. Es ergab sich dabei, dass die verschiedenen möglichen Combinationen so häufig vorkommen, wie es die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt, wenn ihr Zustandekommen nur vom Zufall abhängt. „Damit ist zugleich erwiesen, dass das Verhalten je zwei differirender Merkmale in hybrider Verbindung unabhängig ist von den anderweitigen Unterschieden an den beiden Stammpflanzen“ (MENDEL²⁾.

Bei zwei Merkmalspaaren sind z. B. neun verschiedene Klassen von Individuen möglich. Es können aber nur vier Gruppen von solchen äusserlich unterschieden werden, deren Individuenzahlen sich wie 9 : 3 : 3 : 1 verhalten müssen. Unter 1000 Individuen werden also je 562,5, 187,5, 187,5 und 62,5 zusammengehören, und MENDEL erhielt in der That bei einem entsprechenden Versuch die Zahlen 315, 101, 108, 32, auf 1000 berechnet: 566,6, 181,6, 194,2, 57,6, die sehr annähernd diesem Verhältniss entsprechen. Das-

¹⁾ Dass dies Verhalten von Bedeutung für die Frage ist, ob aus Bastarden Arten werden können, braucht wohl kaum bemerkt zu werden. (Nachträgliche Anmerkung.)

²⁾ Auch diese Regel gilt nicht allgemein; es giebt Sippen mit gekoppelten Merkmalen. (Nachtr. Anm.)

selbe Resultat habe ich bei Maisbastarden erhalten, in einem bestimmten Fall z. B. die Zahlen 308, 104, 96, 37, auf 1000 berechnet: 565, 191, 176, 68.

MENDEL kommt zu dem Schluss, „dass die Erbsenhybriden Keim- und Pollenzellen bilden, welche ihrer Beschaffenheit nach in gleicher Anzahl allen constanten¹⁾ Formen entsprechen, welche aus der Combinirung der durch Befruchtung vereinigten Merkmale hervorgehen“, oder, wie man mit den hier benützten Ausdrücken sagen kann: Der Bastard bildet Sexualkerne, die in allen möglichen Combinationen die Anlagen für die einzelnen Merkmale der Eltern vereinigen, nur die *desselben* Merkmalspaares nicht. Jede Combination kommt annähernd gleich oft vor. — Sind die Elternsippn nur in einem Merkmalspaar (2 Merkmalen: A, a), verschieden, so bildet der Bastard zweierlei Sexualkerne (A, a), die gleich denen der Eltern sind; von jeder Sorte 50 pCt. der Gesamtzahl. Sind sie in zwei Merkmalspaaren (4 Merkmalen: $A, a; B, b$) verschieden, so giebt es viererlei Sexualkerne (AB, Ab, aB, ab); von jeder Sorte 25 pCt. der Gesamtzahl. Sind sie in drei Merkmalspaaren (6 Merkmalen: $A, a; B, b; C, c$) verschieden, so existiren achterlei Sexualkerne ($ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc$), von jeder Sorte 12,5 pCt. der Gesamtzahl etc.²⁾

Dies nenne ich die MENDEL'sche Regel; sie umfasst auch DE VRIES' „loi de disjonction“. Alles Weitere lässt sich aus ihr ableiten.

Die Regel lässt sich aber, wie ich gleich bemerken will, nur auf eine gewisse Anzahl von Fällen, einstweilen nur auf solche, wo ein Paarling des Merkmalspaares dominirt³⁾, und zumeist wohl nur auf Rassenbastarde, anwenden. Dass alle Paare aller Bastarde ihr folgen, ist ganz ausgeschlossen. Ein gutes Beispiel dafür liefern gerade gewisse Erbsenbastarde selbst.

Bei der Verbindung der „grünen späten Erfurter Folgererbse“ mit fast farbloser Samenschale und der „purpurviolett-schotigen Kneifelerbse“ oder der „Pahlerbse mit purpurrothen Hülsen“, die beide eine einfarbige, orange-rothe, mit dem Alter braun werdende Samenschale besitzen, waren in der ersten Generation oft in derselben Hülse die Samenhäute bald fast farblos, bald intensiv orangeroth gefärbt, gewöhnlich aber mehr oder weniger orangeroth überlaufen und ausserdem stets noch schwarzviolett punktiert, wieder stärker oder schwächer. Es war also neben einer Abschwächung des einen Merkmales ein (wenigstens scheinbar) ganz neues Merkmal auf-

¹⁾ „Constant“ nennt MENDEL eine Form dann, wenn sie nicht mehr die zwei Anlagen für dasselbe Merkmalspaar enthält.

²⁾ Unterscheiden sich bei den Elternsippn die Pollenkörner äusserlich, so kann man erwarten, dass der Bastard zweierlei schon äusserlich unterscheidbare Pollenzellen, unter einander, bilde, falls MENDEL's Regel gilt. Das ist in der That der Fall, wie FOCKE zuerst beobachtete.

³⁾ Vergl. Anm. 1, S. 11.

getreten. In der zweiten Generation gaben aber die extrem gefärbten Samen, die mit orangerother und die mit fast farbloser Haut, wieder dieselben, durch Uebergänge verbundenen Extreme; die Punktirung war bald gleich stark, bald fehlte sie ganz oder fast ganz, oder war eher stärker. Aehnlich verhielt es sich mit der Beschaffenheit der Samenoberfläche und der Grösse und Form der Samen.

Ich werde darauf später zurückkommen.

Tübingen, den 22. April 1900.

Nachschrift bei der Correctur.

Seitdem hat DE VRIES auch in diesen Berichten (Heft 3 dieses Jahrganges) etwas ausführlicher über seine Versuche berichtet und dabei auch der Untersuchungen MENDEL's gedacht, die in den „Comptes rendus“ mit keinem Wort erwähnt sind. Ich hebe hier einstweilen nochmals hervor:

1. dass bei sehr vielen Merkmalspaaren nicht das eine der Merkmale dominirt (S. 10),
2. dass die MENDEL'sche Spaltungsregel nicht allgemein gelten kann (S. 16).

Tübingen, den 16. Mai 1900.

3. GREGOR MENDEL'S „Versuche über Pflanzen-Hybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen.

Botanische Zeitung Jg. 58, Abt. 2, Nr. 15, Sp. 229—235. 1900.

MENDEL'S¹⁾ „Versuche über Pflanzen-Hybriden“ vom Jahre 1866 gehören zu dem Wichtigsten, was seit KOELREUTER'S Untersuchungen über Bastarde veröffentlicht worden ist, blieben aber fast ganz unbeachtet. Als Versuchsobjecte dienten hauptsächlich Erbsenrassen. Diese mit Überlegung ausgeführte Wahl war sehr glücklich; ihr und der Ausdauer, mit der mehrere Generationen in grossen Individuenzahlen gezogen wurden, ist die Feststellung der zwei Hauptresultate zu verdanken.

Das erste Resultat bezieht sich auf das Aussehen des Bastardes in der ersten Generation. Er gleicht in den verschiedenen Punkten, in denen sich die Eltern unterscheiden, immer nur einem Elter. Man kann die Merkmale, die die zwei Stammsippen unterscheiden, in Paare zusammenordnen (*A, a; B, b; C, c* etc.), von denen sich jedes auf einen bestimmten Punkt — z. B. die Farbe der Blüthen, ob roth oder weiss, oder die der Cotyledonen, ob gelb oder grün, — bezieht. Der Bastard zeigt stets nur das eine Merkmal eines solchen Paares (die Blüthen sind roth, die Cotyledonen gelb); das andere bleibt latent. Jenes hat Mendel passend das dominirende, dieses das recessive genannt.

Dass das eine Merkmal dominiren kann, war schon lange bekannt, das wesentlich Neue liegt darin, 1. dass dasselbe Merkmal in allen Fällen und bei allen Rassen, die es besitzen, dominirt; 2. dass sich nach MENDEL die Erbsenrassen durch lauter Merkmalspaare mit einem dominirenden Paar-

¹⁾ Da einige biographische Daten über diesen verdienstvollen Forscher von Interesse sein dürften, habe ich sie mir mit der freundlichen Hilfe von Herrn Prof. Dr. v. SCHANZ verschafft. GREGOR JOHANN MENDEL, geboren am 22. Juli 1822 in Heinzendorf bei Odrau (österr. Schlesien) als Sohn wohlhabender Bauersleute, trat 1843 als Novize in das Augustinerstift „Königinkloster“ in Altbrünn, wurde 1847 zum Priester geweiht, studirte 1851—1853 in Wien Physik und Naturwissenschaften, war, in sein Kloster zurückgekehrt, Lehrer an der Realschule in Brünn, dann Abt, und starb am 6. Januar 1884. — Die Versuche, über die hier berichtet wird, wurden im Stiftsgarten ausgeführt.

ling unterscheiden. Aus dieser „Prävalenz-Regel“, wie man sie nennen kann, folgt z. B., dass alle Individuen eines bestimmten Bastardes in der ersten Generation unter sich gleich sind. Besitzt die eine Stammsippe lauter dominirende, die andere lauter recessive Merkmale, so sieht der Bastard natürlich wie die erste aus (faux hybrides?).

Das zweite Resultat bezieht sich auf das Aussehen des Bastardes in der zweiten und den folgenden Generationen. Nehmen wir der Einfachheit halber an, die bastardirten Sippen unterschieden sich nur in einem Punkt, durch ein Merkmalspaar, und die successiven Generationen entstünden durch Selbstbefruchtung, so zeigen in der zweiten Generation 25% der Individuen nur das recessive (*r*) Merkmal (sehen also ganz wie die eine Stammsippe aus), 75% das dominirende (*d*) (sehen also ganz wie die andere Stammsippe aus). Die Nachkommen jener Individuen (*r*) bleiben sich in allen folgenden Generationen gleich, die Nachkommen dieser (*d*) verhalten sich verschieden: 33,3% bleiben auch in allen folgenden Generationen unverändert, 66,6% geben Nachkommen mit dem recessiven und solche mit dem dominirenden Merkmal, wieder im Zahlenverhältniss 25 : 75; deren Nachkommenschaft verhält sich wieder so, wie das eben für die zweite Generation geschildert wurde, u. s. f.

Nachstehendes Schema mag das eben Ausgeführte verdeutlichen; der Bequemlichkeit wegen wurde angenommen, jedes Individuum habe vier directe Nachkommen. Die Individuen mit dem dominirenden Merkmal sind mit *d*, die mit dem recessiven mit *r* bezeichnet.

Eltern	Bastard					
	I. Gen.	II. Gen.	III. Gen.	IV. Gen.	V. Gen.	
<i>r</i>		... 1 <i>r</i> ...	... 4 <i>r</i> ...	... 16 <i>r</i> ...	... 64 <i>r</i>
} <i>d</i>	} 3 {	} 2 <i>d</i> .	} 4 <i>d</i> .	... 8 <i>r</i> ...	... 32 <i>r</i>
				... 4 <i>r</i> ...	... 16 <i>r</i>
			} 6 {	... 8 <i>d</i> .	24 {	16 <i>d</i>
				... 4 <i>d</i> .	8 <i>d</i>	16 <i>d</i>
<i>d</i>		1 <i>d</i> . . . . .	... 4 <i>d</i> ...	... 16 <i>d</i> ...	... 64 <i>d</i>

Zur Erklärung dieses Verhaltens, das durch die Zahlenverhältnisse auf den ersten Blick fast mystisch erscheint, nahm MENDEL an, ein solcher Bastard bilde zweierlei ♀ und ♂ „Befruchtungszellen“, solche nur mit der Anlage für das recessive (*r*) und solche nur mit der für das dominirende (*d*) Merkmal; beide in gleicher Zahl, also je 50% der Gesamtmenge. Bringt nun der Zufall diese Befruchtungszellen zusammen, so wird nach der Wahrscheinlichkeit in 50% der Fälle Gleiches zusammenkommen, und zwar bei 25% *r* und *r*, bei 25% *d* und *d*, und es werden dieselben Keime entstehen,

wie bei der reinen Verbindung von Sexualzellen der Stammsippen. In 50% der Fälle aber wird Ungleiches zusammentreffen, r und d ; dann werden sich wieder dieselben Keime bilden, wie bei der vom Experimentator ausgeführten Bastardirung der Stammsippen. 500 Eizellen mit dem recessiven und 500 mit dem dominirenden Merkmal einerseits und 500 Pollenkörner mit jenem und 500 mit diesem andererseits geben zusammen dreierlei Keime: 250 mit dem recessiven, 500 mit beiden und 250 mit dem dominirenden Merkmal; die der zweiten und dritten Klasse sind aber äusserlich nicht zu unterscheiden.

Dass beiderlei Sexualzellen in gleicher Zahl entstehen, legt, wie Ref. ausführte, die Annahme nahe, dass die Trennung der zwei Anlagen bei einer Kerntheilung erfolge, bei einer qualitativen Reductions-Theilung. Der Zeitpunkt lässt sich für die ♀ Kerne ziemlich genau angeben: die Anlegung des Embryosacks. Denn die 8 Kerne in diesem sind, wie bei *Zea Mays* das Experiment zeigt, alle gleichartig. Etwas unsicher ist die Bestimmung des Zeitpunktes für die ♂ Kerne: Dass die zwei generativen Kerne eines Pollenschlauches gleichartig sind, zeigt wieder das Experiment bei *Zea Mays*; fraglich bleibt, ob die Reduction bei der Theilung der Pollenmutterzellen oder bei der ersten Kerntheilung im Pollenkorn eintritt. Trotz einer entgegenstehenden Angabe in der Litteratur neigt sich der Ref. jetzt der zweiten Annahme zu¹⁾.

Führt man das eben für ein Merkmalspaar Gezeigte weiter aus, so kann man annehmen, wenn die Stammsippen in zwei, drei oder, allgemein, in n Merkmalspaaren verschieden sind, „dass die Erbsenhybriden Keim- und Pollenzellen bilden, welche ihrer Beschaffenheit nach in gleicher Anzahl allen constanten Formen entsprechen, welche aus der Combinirung der durch Befruchtung vereinigten Merkmale hervorgehen“, also 4er-, 8er-, $2n$ erlei. „Constant“ nennt MENDEL eine Bastardform dann, wenn sie nicht mehr die zwei Anlagen für dasselbe Merkmalspaar enthält. Das Ergebniss von MENDEL'S Versuchen stimmt ganz mit dieser Regel, die man die MENDEL'SCHE „Spaltungsregel“ nennen kann. Je mehr Merkmalspaare die Stammeltern trennen, desto seltener müssen reine Rückschläge sein, bei einem Paar werden sie durchschnittlich unter vier Individuen, bei zwei Paaren unter 16, bei drei Paaren unter 64 Individuen zu finden sein. — Auch eine Reihe weiterer Consequenzen hat MENDEL bereits gezogen.

¹⁾ Während der Ref. diesen Bericht niederschreibt, kann er einige blühende Exemplare des Bastardes zwischen dem gewöhnlichen, rothblühenden *Epilobium angustifolium* und einer weissblühenden Rasse beobachten. Sie sehen ganz wie die rothblühende Stammform aus, die Pollenkörner sind alle gleichmässig graugrün, wie bei jener, weisse, wie sie die andere Stammform besitzt, sind gar nicht darunter. Träte die Spaltung schon bei der Theilung der Pollenmutterzellen ein, so wäre zu erwarten, dass die Bastardpollenkörner zu 50% graugrün, zu 50% weiss waren.

„Rückschläge“ zu den Stammsippen waren vor MENDEL schon gut bekannt, ja NAUDIN hatte 1861 bereits zu ihrer Erklärung eine „disjonction des deux essences spécifiques dans le pollen et les ovules de l'hybride“ angenommen, was MENDEL nicht bekannt war; das Verdienst MENDEL'S ist 1. die Zurückführung des „spezifischen“ Charakters auf die einzelnen Merkmalspaare, die ihn bilden, und der Hinweis auf deren Unabhängigkeit, und 2. der Nachweis, dass die Spaltung stets und gesetzmässig auftritt.

Natürlich hatte sich MENDEL auch die Frage vorgelegt, ob das bei *Pisum* Beobachtete allgemeine Gültigkeit besässe. Schon bei *Phaseolus* wollten die Ergebnisse nicht mehr ganz stimmen; die Versuche mit *Hieracium*-Arten, über die leider nie mehr als ein ganz kurzer, vorläufiger Bericht erschien, ergaben sogar genau entgegengesetzte Resultate: In der ersten Generation sind die *Hieracium*-Bastarde vielförmig — kein Individuum derselben Verbindung gleicht dem anderen ganz —, die Nachkommenschaft der einzelnen Bastardindividuen ist dagegen constant und einförmig. MENDEL fand also selbst, dass weder die Prävalenzregel noch die Spaltungsregel allgemein gilt. Es empfiehlt sich also auch nicht, von „Gesetzen“ zu reden, obschon das Verhalten für den einzelnen Bastard gesetzmässig sein kann.

Wir wenden uns nun zu den neuen Arbeiten.

DE VRIES hat eine Menge Bastarde in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen gezüchtet und bei allen sowohl die Prävalenz- als die Spaltungsregel bestätigt gefunden; sie sollen für alle echten Bastarde gelten. Die vorläufige Mittheilung erwähnt 23 verschiedene Verbindungen, darunter nur einen „Art“-Bastard, *Melandryum album* × *rubrum*.

Ref. konnte bei seinen Versuchen mit Erbsenrassen — die, wie die Versuche DE VRIES', ohne Kenntniss der Resultate MENDEL'S begonnen waren —, die Angaben MENDEL'S im Wesentlichen bestätigen, lernte aber auch bei ihnen Merkmalspaare ohne dominierenden Paarling und Fälle kennen, wo die Spaltungsregel versagte. Ganz entsprechende Resultate hatten ihm schon vorher die Bastardirungen zwischen Maisrassen geliefert.

Endlich hat auch TSCHERMAK bei seinen Kreuzungsversuchen mit Erbsen die Angaben MENDEL'S als richtig befunden; doch hat er nur eine Generation des Bastardes gezogen, konnte die Geltung der Spaltungsregel also nur an den Merkmalen, die die Keime bieten, constatiren¹⁾.

¹⁾ Die durch NAWASCHIN und GUIGNARD entdeckte „doppelte Befruchtung“ scheint etwas ausserordentlich Anlockendes an sich zu haben. TSCHERMAK spricht durchgehends vom „Speichergewebe“ der Erbse; S. 15 sagt er zwar, dass darunter das Gewebe der Cotyledonen zu verstehen sei, S. 47 und 90 werden wir aber belehrt, dass die Bastard-

Nach der Ansicht des Ref. haben die beiden Regeln mit einander gar nichts zu thun. Die Spaltungsregel kann z. B. gelten, wo es die Prävalenzregel nicht thut. Dass es sehr viele derartige Fälle giebt, ist sicher. Auch DE VRIES ist auf solche gestossen, glaubt sie aber mit der Regel vereinigen zu können. Treten z. B. beim Bastard zwischen der roth- und der weissblühenden *Silene Armeria* Individuen mit rosa Blüten auf, so nimmt er — ganz in Uebereinstimmung mit MENDEL (für *Phaseolus*) — an, die Farbe der rothen Blüten sei zusammengesetzt aus Roth und Rosa, für die besondere Anlagen da sein müssen, und werde zerlegt. Diese Annahme erscheint dem Ref. doch zu gekünstelt¹⁾. — Im Uebrigen genügt es, auf die Angaben anerkannt exacter Beobachter, wie die KOELREUTER's hinzuweisen; es kommen alle Uebergänge in der Entfaltung eines Merkmales, zwischen reinem Dominiren und reinem Recessivbleiben, vor.

Wie weit die Spaltungsregel gilt, ist schwieriger anzugeben, da nur ad hoc angestellte Versuche in grösserem Maassstabe etwas beweisen können. Sicher ist, dass auch sie mancherlei Ausnahmen besitzt. Auf MENDEL's Beobachtungen an *Hieracium*-Bastarden, wo sie ganz versagt, wurde schon hingewiesen; es finden sich genug ähnliche Angaben. Es kommt auch sicher eine theilweise Spaltbarkeit vor, indem z. B. zwei Merkmale, die sonst in gar keiner erkennbaren Beziehung zu einander stehen (Behaarung und Blütenfarbe), sich nicht spalten lassen (resp. bei der Spaltung der übrigen Paare beisammen bleiben).

Gilt die Prävalenzregel, so ist gewöhnlich das phylogenetisch jüngere Merkmal recessiv, wie DE VRIES an Rassen von bekanntem Entstehungsdatum zeigt. Bei der consequenten Durchführung dieses Principes stösst man aber hie und da auf Widersprüche mit der herrschenden systematischen Ansicht, wie auch DE VRIES bemerkt, und Ref. schon vorher für die Mais-Xenien hervorgehoben hatte.

Die interessante Frage, warum in den einen Merkmalspaaren ein Merkmal dominiert, in den anderen nicht, lässt sich noch nicht beantworten. Sicher ist nur, dass das nicht von der Natur des Merkmales abhängen kann — die Anthocyanbildung kann sich z. B. so oder so verhalten —, es muss in der Constitution der Sippen liegen. Reines Dominiren des einen Merkmales in einem Paar kommt vorwiegend (oder ausschliesslich?) bei Rassenbastarden vor.

Damit ist DE VRIES freilich nicht einverstanden: Das Bild der Art müsse gegenüber seiner Zusammensetzung aus selbstständigen Factoren in den Wirkung auf Form und Farbe des Speichergewebes „ein Beweis für die Herkunft des Speichergewebes aus einem besonderen Befruchtungsacte“ sei, „wie es NAWASCHIN und GUIGNARD für die Angiospermen lehren“.

¹⁾ Sie hat natürlich da, wo eine Farbe auf der Combination von gefärbtem Zellsaft und Chromatophoren beruht, alle Berechtigung, z. B. bei *Antirrhinum majus* typ. + weiss.

Hintergrund treten. Man habe nicht mehr von diphylen und polyphylen Varietät- und Art-Bastarden zu sprechen; die tiefere Erkenntniss verlange das Princip der Kreuzung der Artmerkmale. Man habe Monohybriden, Dihybriden etc. bis zu Polyhybriden (= Artbastarden) zu unterscheiden, je nachdem die Eltern in einem, in zwei oder mehr Punkten verschieden seien. — Ref. glaubt, dass DE VRIES zu viel „Monohybriden“ (Rassenbastarde) und zu wenig Artbastarde untersucht hat, und dass der Unterschied zwischen Rasse und Art nicht nur an einem Plus an direct sichtbaren Merkmalen liegt. Der Grundgedanke DE VRIES': „Jedem Einzelcharakter entspricht eine besondere Form stofflicher Träger; Uebergänge zwischen diesen Elementen giebt es so wenig, wie zwischen den Molecülen der Chemie“, scheint dem Ref. gar nicht tangirt zu werden davon, ob die Prävalenz- und die Spaltungsregel allgemein gelten oder nicht.

Litteratur.

- G. MENDEL, Versuche über Pflanzen-Hybriden. (Verhandl. d. naturf. Vereines in Brünn, 1866.)
 — Ueber Hieracium-Bastarde. (Ebenda. 1870.)
 H. DE VRIES, Sur la loi de disjonction des hybrides. (Compt. rend. de l'Acad. d. sc. Paris 1900. 26. mars.)
 — Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Vorläufige Mittheilung.) (Berichte d. D. Bot. Ges. 18. Heft 3.)
 C. CORRENS, G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. (Ebenda. 18. Heft 4.)
 ERICH TSCHERMAK, Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. (Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich. Heft 5. 1900.)
-

4. Ueber Levkojenbastarde.

Botanisches Centralblatt Bd. 84, S. 97—113. 1900.

Zur Kenntniss der Grenzen der MENDEL'schen Regeln.

In einer vorläufigen Mittheilung: „G. MENDEL's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde“¹⁾ habe ich sofort nach dem Erscheinen der ersten Veröffentlichung DE VRIES' über das Spaltungsgesetz der Bastarde²⁾ darauf hingewiesen, dass die von MENDEL entdeckten Regeln, die auch ich bei meinen Versuchen mit Erbsen- und Maisrassen bestätigt fände, durchaus nicht jene allgemeine Gültigkeit besäßen, die ihnen DE VRIES zuschreibe. Dasselbe habe ich seitdem noch einmal in einem Sammelreferat³⁾ ausgeführt. Dabei habe ich mich theils auf Angaben in der Litteratur, so vor allem auf Beobachtungen von MENDEL selbst, theils auf eigene, noch unveröffentlichte Untersuchungen gestützt. Von diesen will ich die, die ich mit Levkojen-Sippen⁴⁾ angestellt habe, hier kurz besprechen. Zunächst erlaube ich mir aber, die beiden MENDEL'schen Regeln, um deren allgemeine Gültigkeit sich ja das Folgende in erster Linie dreht, ganz kurz anzuführen.

I. Die erste Regel, die „Praevalenzregel“, lässt sich so formuliren: Der Bastard gleicht in den Punkten, in denen sich seine Eltern unterscheiden, immer nur dem einen oder dem andern Elter, nie beiden zugleich. — Von den Merkmalen, die die beiden Elternsippen unterscheiden, gehören immer zwei correspondirende — auf denselben Punkt, z. B. die Blütenfarbe, die Samenfarbe, bezügliche — zu einem Merkmals-

¹⁾ Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. XVIII. 1900. p. 158.

²⁾ Sur la loi de disjonction des hybrides. (Compt. rend. de l'Acad. d. scienc. de Paris. 1900. 26. mars.)

Etwas ausführlicher ist eine spätere Mittheilung: Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Vorläufige Mittheilung. (Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. XVIII. 1900. p. 83.)

³⁾ GREGOR MENDEL's „Versuche über Pflanzenhybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. (Botan. Ztg. 1900. Abth. II. Sp. 229.)

⁴⁾ Ich gebrauche hier und im Folgenden mit NÄGELI das Wort „Sippe“ dann, wenn es unentschieden bleiben soll, ob es sich bei einer „systematischen Einheit“ um eine Art eine Varietät, eine Rasse etc. handelt.

paar zusammen. Von jedem solchen Paar zeigt sich dann im Bastard nur der Paarling des einen Elters, er „dominirt“, der des anderen nicht, er bleibt latent, ist „recessiv“. Je nach der Vertheilung der dominirenden Paarlinge auf die Elternsippen vereinigt der Bastard Merkmale von beiden oder gleicht ganz dem einen oder dem andern Elter¹⁾.

MENDEL nennt ein Merkmal dann dominirend, wenn das correspondirende im Bastard „der Beobachtung ganz entschwindet oder in ihm nicht sicher erkannt werden kann“. Hierin liegt das Charakteristische, an dem festgehalten werden muss. DE VRIES nennt offenbar ein Merkmal auch dann noch dominirend, wenn sich das der andern Sippe auf's Allerdeutlichste, unter einer Abschwächung des einen, zeigt (*Melandryum album + rubrum*, vergl. später, p. 37), und kann dann freilich eher eine allgemeine Gültigkeit der Prävalenzregel behaupten.

II. Die zweite Regel, die „Spaltungsregel“, lautet: Der Bastard bildet Sexualkerne, die in allen möglichen Combinationen die Anlagen für die einzelnen differirenden Merkmale der Eltern vereinigen, von jedem Merkmalspaar aber immer nur je *eine*; jede Combination wird gleich oft gebildet. — Unterscheiden sich die Elternsippen in einem Punkt, in einem Merkmalspaar (oder fasst man nur einen ins Auge), so bildet der Bastard zweierlei männliche und weibliche Sexualkerne: Die Hälfte besitzt nur mehr die Anlage für den dominirenden Paarling, die Hälfte nur mehr die für den recessiven. Unterscheiden sie sich in zwei Punkten, zwei Merkmalspaaren (A, a; B, b), so entstehen viererlei Sexualkerne (A b, A B, B a, a b), von jeder Sorte gleichviel, also 25% der Gesamtzahl; unterscheiden sie sich in n Merkmalspaaren, so entstehen 2ⁿ erlei. — Die Regel ist abgeleitet aus dem Verhalten der Bastarde in der durch Selbstbefruchtung entstandenen zweiten Generation.

Aus diesen zwei Regeln lassen sich einige Consequenzen ziehen, die man dort, wo jene wirklich gelten, ebenfalls realisirt findet. So, dass bei der Bestäubung des Bastardes mit dem Pollen einer Elternsippe oder, umgekehrt, bei der Bestäubung dieser mit dem Pollen des Bastardes qualitativ, dem Aussehen nach, nichts anderes entsteht, als bei der Selbstbestäubung des Bastardes, und dass nur das Zahlenverhältniss der verschiedenen durch Combination entstehenden Formen ein anderes wird, event. Formen wegfallen.

¹⁾ Bastarde, die sich so verhalten, entsprechen annähernd dem „gemengten“ und dem „decidirten“ Typus GÄRTNER's, gegenüber dessen „gemischtem“ Typus. Zu Anfang des Jahrhunderts hatte SAGERET bereits behauptet, dass die Aehnlichkeit des Bastardes mit seinen Eltern auf der Mengung der unveränderten Charaktere der Eltern beruhe.

Wir wenden uns jetzt zu unseren Levkojenbastarden.

Es liegen ziemlich zahlreiche Angaben über solche in der Litteratur vor, von KOELREUTER¹⁾ an bis herab zu NOBBE, SCHMIDT, HILTNER und RICHTER²⁾; doch finde ich gerade über das Verhalten der Bastarde in der zweiten Generation, das uns hier besonders beschäftigen wird, nichts.

Meine ersten Levkojenbastardirungen wurden im Jahre 1896 ausgeführt, um eine Angabe von M. TREVOR CLARKE³⁾, nach der hier etwas wie Xenienbildung vorkommen sollte, zu controlliren. Dadurch wurde auch die Wahl der verwendeten Sippen bestimmt. Nur von einer Versuchsreihe wurden die Bastarde aufgezogen; sie blühten 1898, wo sie zu Rückkreuzungsversuchen mit den Elternsippen benutzt wurden. Gleichzeitig wurde der einfache Bastard nochmals, auf beide Weisen, hergestellt. Von all' den hieraus gezogenen Pflanzen blühten zwar einige schon im verflorbenen Jahr (1899), die gewisse Schlüsse zu ziehen erlaubten; im folgenden Winter gingen sie aber fast sämmtlich zu Grunde. So musste ich dieses Frühjahr mit dem noch übrigen Material neue Aussaaten machen, konnte das aber, Dank dem lebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. VÖCHTING, in grösserem Maassstabe als früher thun. Soweit die Pflanzen schon heuer blühten, verhielten sie sich ganz so, wie es nach den Erfahrungen der vorigen Jahre zu erwarten war. Da mein definitiver Bericht frühestens in Jahresfrist erscheinen kann, vorausgesetzt, dass die Culturen das Ueberwintern diesmal aushalten, fand ich es bei den Erfahrungen, die ich in den letzten Monaten machen musste, für geboten, schon jetzt, wo die Hauptpunkte festgestellt sind, eine Mittheilung zu machen.

Die für die Versuche benutzten Levkojen-Sippen.

Von den beiden für die Versuche verwendeten Sippen fand ich die eine, A, im hiesigen botanischen Garten cultivirt vor, als „*Matthiola annua*“, die andere, B, wurde von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt als „beste englische Sommerlevkoje, schwefelgelb mit Lackblatt“, bezogen. Die eine, A, soll im Folgenden als *Matthiola incana* DC. bezeichnet werden, die andere, B, als *Matthiola glabra* DC.⁴⁾ Sie unterscheiden sich in folgenden acht Punkten:

¹⁾ Vorläufige Nachricht von einigen, das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. I. Fortsetzung (1763), p. 45, II. Fortsetzung (1764), p. 128, und III. Fortsetzung (1766), p. 116.

²⁾ Untersuchungen über den Einfluss der Kreuzbefruchtung auf die Nachkommenschaft. (Mittheil. a. d. pflanzenphys. Versuchsstation zu Tharand. — Landw. Vers.-Stat. Bd. XXXV. 1888. p. 149.) (Bd. XXXIV enthält auf p. 459 ein ganz kurzes Referat.) Die versprochene Fortsetzung ist leider ausgeblieben.

³⁾ On a certain phenomenon of hybridism observed in the genus *Matthiola*. (The Gardeners Chronicle. June 23. 1866. p. 588.)

⁴⁾ Bestimmt nach DC. Prodrömus. Vol. I. p. 133, und dem Systema naturale. Vol. II. p. 133 u. f.

	Sippe A. („ <i>Matthiola incana</i> DC.“)	Sippe B. („ <i>Matthiola glabra</i> DC.“)
1.	Zweijährig (oder ausdauernd), immer erst im zweiten Jahre blühend.	Zweijährig (oder ausdauernd ?), schon im ersten Jahre blühend.
2.	Wuchs relativ hoch.	Wuchs niedrig, mehr buschig.
3.	Grüne Theile grauhaarig	Grüne Theile völlig kahl, glänzend.
4.	Blumenblätter violett.	Blumenblätter gelblichweiss.
5.	Samen breit geflügelt.	Samen schmal geflügelt.
6.	Samenschale mit brauner Pigmentschicht.	Samenschale mit hellgelber Pigmentschicht.
7.	Freie Epidermis des (gelben) Embryo mehr oder weniger blau (durch blaue Aleuronkörner). ¹⁾	Epidermis des gelben Embryo nicht abweichend gefärbt.
8.	Stets einfach blühend.	Zum Theil gefüllt blühend.

I.

Die erste Generation des Bastardes.

a) Die Samen mit den Bastardembryonen.

Von den beiden möglichen Verbindungen wurde die eine, *glabra* ♀ + *incana* ♂, zweimal (1896 und 1898), die andere, *incana* ♀ + *glabra* ♂, einmal (1898) ausgeführt; stets wurden mehrere Blüten castrirt und bestäubt, nicht immer mit Erfolg, weil die Castration sehr früh geschehen muss, will man ihrer sicher sein, und dann leicht Beschädigungen eintreten.

Die auf diese Weise entstandenen Samen sahen sehr verschieden aus, je nachdem sie aus der einen oder anderen Verbindung hervorgegangen waren. Die aus der Verbindung *incana* ♀ + *glabra* ♂ waren kaum von denen der reinen Sippe *incana* zu unterscheiden, die aus der Verbindung *glabra* ♀ + *incana* ♂ wichen von denen der reinen Sippe *glabra* dadurch ab, dass sie, durch den durchscheinenden Bastardembryo, mehr oder weniger blau waren. Wurden die Keime herausgeschält, so dass alle durch die Schale bedingten, nothwendig vorhandenen Differenzen wegfielen, so blieb ein geringer, aber ganz deutlicher Unterschied übrig, den auch Alle, denen ich sie zeigte, constatirten: Bei den Keimen, die aus der Verbindung *glabra* ♀ + *incana* ♂ hervorgegangen waren, schwankte die Farbe zwischen einem wenigstens annähernd reinen Gelb und einem tiefen Blau, während bei den Keimen, die der Verbindung *incana* ♀ + *glabra* ♂ entsprungen waren, annähernd rein gelbe Keime nicht vorkamen, und dunkelblaue entschieden häufiger waren.

Die Keime glichen in der Farbe also im Durchschnitt mehr der jeweiligen Mutter als dem Vater.

¹⁾ Sie sind schon von HARTIG (Pflanzenkeim, p. 109. „*Cheiranthus annuus*“) und TRÉCUL (Ann. d. sc. natur. Sér. IV. T. X. p. 354) gesehen worden.

Nach der herrschenden Anschauung soll der Bastard $A \text{♀} + B \text{♂}$ dem Bastard $B \text{♀} + A \text{♂}$ gleich sein, das Geschlecht also auf das Aussehen des Bastardes ohne Einfluss sein. Ich glaube, dass sich die eben constatirte, scheinbar direct widersprechende Thatsache mit diesem Satze vereinigen lässt, sobald man ihn so erweitert: Das Product der beiden möglichen Verbindungen ($A \text{♀} + B \text{♂}$ und $B \text{♀} + A \text{♂}$) ist in den *Anlagen* gleich (virtuell gleich). Da die Embryonen alle zu ihrer Entwicklung nöthigen Stoffe von der Mutterpflanze erhalten, kann man zur Erklärung der Ungleichheit annehmen, dass die Bastardembryonen, die auf der gelblichweissblühenden, gelbe Keime producirenden Pflanze reifen, die zur Ausbildung des blauen Farbstoffes nöthigen Stoffe nicht in derselben Menge geliefert bekommen, als die, die auf der violettblühenden, blaue Keime bildenden Pflanze reifen. — Der Anlage nach ist $A \text{♀} + B \text{♂}$ und $B \text{♀} + A \text{♂}$ völlig gleich, im einen Fall kann die Anlage nicht so gut zum Merkmal werden, wie im anderen.¹⁾

Dass diese Erklärung nur da gelten kann, wo die Mutter den stärkeren Einfluss besitzt, ist selbstverständlich;²⁾ ihre experimentelle Prüfung habe ich bereits begonnen.

Die Thatsache, dass die beiden Verbindungen etwas verschiedene Keime geben, genügt schon, um zu zeigen, dass die Prävalenzregel hier nicht gelten kann.

Nach dem Ausgeführten ist es kaum noch nöthig, zu betonen, daß die theilweise Blaufärbung der Samen, die bei gelbsamigen Levkojenrassen durch die Bestäubung mit dem Pollen blausamiger Rassen auftritt und von GAERTNER³⁾ und TREVOR CLARKE (l. c.) beobachtet worden ist, nicht als Xenienbildung betrachtet werden darf, da sie auf der Färbung des Bastardembryo beruht.

b) Die Bastardpflanzen.

Von der Verbindung *glabra* ♀ + *incana* ♂ wurden aus 1896 erhaltenen Samen 1897 10 und 1900 25 Pflanzen gezogen, aus 1898 erhaltenen Samen 1899 9 und 1900 25, zusammen 69 Pflanzen, von der Verbindung *incana* ♀ + *glabra* ♂ 1899 9 und 1900 33, zusammen 42 Pflanzen, im Ganzen also 111.

¹⁾ Auf die gleiche Weise könnte man auch die Differenz in der Färbung der Endosperm - Bastarde zwischen Maisrassen erklären, je nach dem die Verbindung $A \text{♀} + B \text{♂}$ oder $B \text{♀} + A \text{♂}$ vorliegt, statt durch die Annahme ungleich grosser Erbmassen, unter Berücksichtigung der Zahl der sich vereinigenden Kerne. (Vergl.: Unters. ü. d. Xenien bei *Zea Mays*. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1899. p. 416.) Die Entscheidung ist hier schwer zu bringen, weil einerseits ja vom Endosperm keine zweite Generation zu erhalten ist, und andererseits Propfungen nicht ausgeführt werden können.

²⁾ Ich hebe das hervor, weil Nobbe angiebt, dass in der Form der Blütentraube, in der Gesamthöhe, dem Trockengewicht und vor allem in der Füllung das männliche Stammprincip zum vorherrschenden Ausdruck kommt. So weit meine Beobachtungen reichen, gilt das für meine Bastarde nicht.

³⁾ Bastarderzeugung, p. 87.

Stark blaue und fast rein gelbe Samen der ersten Verbindung gaben genau die gleichen Pflanzen.¹⁾

In einigen Punkten waren die Bastarde unter sich alle völlig gleich: Die grünen Theile waren grau behaart,²⁾ die Samen breit geflügelt, ihre Pigmentschicht braun, die Blüten einfach.

Sie entsprachen darin ganz oder doch ganz annähernd der Sippe *incana*.³⁾ In der Tracht glichen sie alle auch mehr der *incana*, die sie in der Grösse noch übertrafen. Nur in der Färbung der Blüten und im Beginn des Blühens zeigten sie untereinander und gegen *incana* einige Differenzen. Gewöhnlich waren die Blumenblätter violett, von der Nuance der *incana*, aber mehr oder weniger deutlich heller violett gefleckt; einige Male fehlten aber im ersten Jahr die Flecken völlig; die Blumenblätter des Bastardes waren dann zunächst von denen der *incana* nicht zu unterscheiden. Es blühte ferner nur ein relativ geringer Theil der Bastarde im ersten Jahr, die Mehrzahl erst im zweiten. Von den im Jahre 1896 gemachten Bastardpflanzen *glabra* ♀ + *incana* ♂ blühten weder 1897 noch 1900 welche im ersten Jahr, von den 1898 gemachten 1899 vier, = 44%, und 1900 elf, = 37%, zusammen fünfzehn, = 38,5%. Von dem Bastard *incana* ♀ + *glabra* ♂ blühten 1899 vier Individuen, = 44%, und 1900 drei, = 9%, zusammen sieben, = 17%. Dabei waren die äusseren Bedingungen für alle Culturen so ähnlich als möglich.

Die einzelnen Individuen des Bastardes können also merklich verschieden sein; daraus folgt schon, dass die Prävalenzregel nicht in allen Punkten gelten kann. Geht man die einzelnen Merkmalspaare durch, die die Elternsippen unterscheiden, so findet man, dass sie für fünf gilt: für den Wuchs und die Grösse (2), die Bekleidung der grünen Theile (3), den Flügelrand des Samens (4) und die Farbe der Pigmentschicht in der Samenschale (5), endlich für die Beschaffenheit der Blüte (gefüllt oder einfach) (8), für drei nicht:

¹⁾ Von drei Samen, die keine Spur von Blau zeigten, gaben zwei den Bastard, der dritte reine *glabra*; er war sicherlich durch Afterbefruchtung während der Castration entstanden.

²⁾ Wenn TREVOR CLARKE bei der Kreuzung von *M. graeca* (little annual glabrous-leaved stock) mit *M. incana* (large red flowerd biennial Garden Stock) die Hälfte der Sämlinge behaart, die Hälfte kahl kommen sah, so sind die kahlen, trotz der gegentheiligen Behauptung, reine *graeca* gewesen und durch Afterbefruchtung entstanden.

³⁾ So muss einstweilen unentschieden bleiben, ob die Behaarung beim Bastard wirklich etwas schwächer ist, als bei der Sippe *incana*, wie ich (G. MENDEL's Regel etc., p. 160) angegeben habe. Sicher ist, dass er etwas weniger grau aussieht; bei dem mastigen Wuchs kann das aber, bei gleicher Zahl der Haare, durch die Vergrößerung der tragenden Fläche bedingt sein. Die Thatsache, dass bei der Rückkreuzung des Bastardes mit der Sippe *glabra* die Behaarung der Individuen, die überhaupt Haare zeigen, nicht merklich weiter abnimmt, spricht für diese letzte Annahme.

für den Beginn des Blühens (1), die Farbe der Blumenblätter (4) und die der Epidermis des Embryo (7). Hier sind die beiden Paarlinge nebeneinander zu erkennen, sich abschwächend; der eine tritt freilich vor dem anderen zurück, bald in der Stärke, in der er sich überhaupt manifestirt, bald in der Zahl der Individuen, bei denen er sich zeigt (Paar 4 und 7 einerseits, Paar 1 andererseits).¹⁾ Der dominirende Paarling im ersten, der stärkere im zweiten Fall wird stets von derselben Sippe, von *incana*, geliefert.

Der Bequemlichkeit wegen werde ich im Folgenden Merkmalspaare mit einem dominirenden Paarling *heterodyname* nennen, solche ohne einen derartigen Paarling *homodyname* (von $\delta\mu\omega\iota$ = zusammen, zugleich).

II.

Die zweite Generation des Bastardes.

a) Die Samen mit den Bastardembryonen.

Der Bastard ist völlig fruchtbar, sein Pollen so gut ausgebildet, wie der der Elternsippen. Sich selbst überlassen, setzt er reichlich Samen an, ganz überwiegend durch Selbstbefruchtung. Um sicher zu gehen, habe ich aber auch noch Blüten theils einfach vor dem Zutritt von Insecten geschützt, theils castrirt und mit dem Pollen einer anderen Bastardpflanze bestäubt. Das Resultat war das gleiche.

Die Samen liessen sich nach der Farbe der Embryonen in drei Klassen bringen. Die erste enthielt solche mit ausgesprochen blauem Keim, die zweite solche mit blassblauem bis fast gelbem Keim, die dritte solche mit rein gelbem Keim. Die Unterscheidung war durch die braune Pigmentschicht der Samenschale erschwert; zwischen der ersten und zweiten Klasse war gar keine scharfe Grenze zu ziehen, zwischen der zweiten und dritten sind wirkliche Uebergänge zum mindesten sehr selten.

Ich habe die Samen von fünf Bastardpflanzen sortirt und gezählt, die jeder Schotenhälfte für sich, und dabei folgendes Resultat erhalten:

Pflanze	Classe I, Samen blau		Classe II, Samen mittel		Classe III, Samen gelb		Classe I u. II, Samen blau u. mittel		Classe III, Samen gelb	
		%		%		%		%		%
I	221	54,6	110	27,2	74	18,2	331	81,7	74	18,2
II	129	55,8	56	24,2	46	19,9	185	80,1	46	19,9
III	212	45,7	132	28,5	120	25,8	344	74,2	120	25,8
IV	292	46,4	177	28,3	157	25,1	469	74,9	157	25,1
V	49	52,7	20	21,5	24	25,8	69	74,2	24	25,8
I—V	903	49,6	495	27,2	421	23,2	1398	76,8	421	23,2

¹⁾ Nach den Angaben in der Litteratur tritt bei anderen Levkojenbastarden die mittlere Blütenfarbe noch viel deutlicher hervor. KOELREUTER erhielt aus weiss ♀ und roth ♂ („Kermesin-roth“) weisslich violett; nach NOBBE kommen hierin „beide

Es enthalten daher etwa 25% der Samen einen gelben Keim, wie die der Sippe *glabra*, und etwa 75% einen mehr oder weniger blauen, ähnlich wie die der Sippe *incana*, wenngleich die Intensität der Blaufärbung durchschnittlich geringer ist¹⁾. Für dieses Merkmalspaar (7) gilt also die Spaltungsregel, während die Prävalenzregel nicht gelten kann, obschon sich der eine Paarling stärker zeigt, als der andere, genau wie in der ersten Generation. (Nach der Spaltungsregel erhalten 50% der Sexualkerne des Bastardes die Anlage für Blau, 50% nicht. Bringt der Zufall sie bei der Zeugung zusammen, so kommt, wie die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt, in der Hälfte der Fälle Gleiches zusammen, entweder Blau und Blau oder Nichtblau und Nichtblau, beides gleich oft, also in 100 Fällen 25 mal, in der Hälfte der Fälle Ungleiches, Blau und Nichtblau, also in 100 Fällen 50 mal. Wir haben dann: 25 mal Blau + Blau, 50 mal Blau + Nichtblau, 25 mal Nichtblau und Nichtblau, das Resultat wird sein: 25 mal entschieden Blau, 50 mal mehr weniger Blau, 25 mal Nichtblau. Würde die Prävalenzregel gelten, so erhielten wir 75 mal entschieden Blau und 25 mal Nichtblau.)

Um die Vertheilung der verschiedenen Samen in den Schoten zu zeigen, gebe ich im Folgenden noch einige beliebig herausgegriffene Aufnahmen; mit b (= blau), m (= mittel) und g (= gelb) sind die Samen der einzelnen Schotenhälften (a, b) in basipetaler Folge bezeichnet.

- I. a) b, b, b, b, b, g, b, b, m, g, b, b, b, b, b, b, b, b, b, b, m, m, b, m, m, b, b.
- b) g, b, b, b, b, b, b, b, m, m, m, b, b, b, b, g, b, b, b, b, g, b, b, m, g.
- II. a) b, b, m, m, b, m, m, b, b, b, m, b, b, b, b, b, b, b, b, b, b, b, g, m, b, b, b, b.
- b) b, m, g, b, m, g, g, m, g, m, b, b, b, g, b, m, m, b, g, m, m, b, m, b, g, g, b.

Elternpflanzen ziemlich gleichmässig zum Ausdruck“. „Es ist sogar sehr schwierig, einen Unterschied in der Farbe der Kreuzungsproducte von Karmin und Weiss gegenüber Dunkelblau oder Violett und Weiss zu erkennen.“

¹⁾ Genau genommen, kann man nach der Procentzahl der Samen mit gelbem Keim zweierlei Bastardtypen unterscheiden, einen mit ca. 20% (genau 18,9%, maximale Abweichung 1,03%) und einen mit ca. 25% (genau 25,4%, maximale Abweichung 0,4%):

Pflanze	blau		Sa m e n: mittel		gelb	
		%		%		%
I, II	350	55	166	24,9	120	18,9
III, IV, V	553	46,8	329	27,8	301	25,4

Vielleicht liegt dem nur ein Zufall zu Grund.

b) Die Bastardpflanzen.

Von diesen eben geschilderten Samen wurden 1899 15 von einem Individuum stammende, 1900 525 von den fünf für die Zählungen benutzten Pflanzen herrührende ausgesät. Im Weiteren halte ich mich an diese zweite Aussaat.

Unter den 525 Samen waren 175 ausgesprochen blaue, 175 mittlere und 175 rein gelbe. Fast jeder Same keimte. Als die Keimlinge das erste Laubblattpaar gebildet hatten, zeigte sich, dass *alle* rein gelben Samen ganz kahle Pflanzen gaben, *alle* ausgesprochen blauen oder mittleren Samen graubehaarte. Nach der Spaltungsregel hätten auch 25% der blauen und mittleren und nur 25% der gelben Samen kahle Pflanzen geben müssen; die Spaltungsregel konnte also unmöglich gelten, wenigstens nicht in der von MENDEL gegebenen und von DE VRIES angenommenen Form.

Aus äusseren Gründen konnten nicht alle Keimlinge bis zum Blühen herangezogen werden; es wurde aber doch eine grosse Zahl, zu 3 und 4, in grosse Töpfe piquirt. Von diesen gingen noch einige ein, so dass schliesslich nur 118 kahle aus gelben Samen, 95 behaarte aus mittleren und 98 behaarte aus tiefblauen Samen vorhanden waren. Davon blühten Anfangs August: von den 118 kahlen 102, = 86,34%, und von den 193 behaarten 57, = 29,53%. Hierin zeigte sich wieder, dass das Spaltungsgesetz nicht galt: Es hätten nur 25% oder ganze 75% der Individuen, der behaarten wie der unbehaarten, blühen dürfen.

Von den 102 blühenden kahlen Pflanzen hatten 78, = 76,47%, *weisse* Blüten, und nur 24, = 23,53%, *gelbliche* (wie die Sippe *glabra*); von den 57 blühenden behaarten Pflanzen hatten 26, = 45,63%, *rosa* Blüten und 31, = 54,38%, *violette* (genau wie die Sippe *incana*). Uebergänge fehlten vollständig; das Violett war homogen, doch ist nicht ausgeschlossen, dass sich nächstes Jahr Blüten mit helleren Flecken zeigen.

Es waren also neben den Farben der Elternsippen, Gelblich und Violett, zwei *neue Farben* aufgetreten, Reinweiss und Tiefrosa, von denen die eine entschieden dem Gelblichweiss, die andere entschieden dem Violett näher stand. Keine der kahlen Pflanzen blühte violett oder rosa, keine der behaarten weiss oder gelblich; nach der Spaltungsregel hätten 75% von beiden violett oder rosa, 25% weiss oder gelblich blühen müssen, die Regel galt also auch hier nicht.

Von den 95 aus mittleren Samen entstandenen Pflanzen blühten 29, also 30,5%, von den 98 aus tiefblauen Samen hervorgegangenen 28, also 28,6%, d. h. etwa gleichviel. Dagegen waren alle 26 rosa blühenden Pflanzen aus mittleren Samen entstanden, von den 31 violett blühenden weitaus

die meisten, 28, = 90%, aus tiefblauen, nur 3, = 10%, aus mittleren. Es ist gut möglich, dass diese drei aus nicht richtig classificirten Samen entstanden sind, doch bleibt es mir zweifelhaft, ob sich in allen Fällen aus dem Grade der Blaufärbung des Keimes voraussagen lassen wird, welche von den zwei Farben die Blumenblätter zeigen werden.

Wie die Pflanzen der zweiten Generation zu den beiden, den Elternsippen (wenigstens scheinbar) fehlenden Farben — Rosa und Reinweiss — kamen, soll einstweilen nicht erörtert werden. Zur Beantwortung dieser Frage müssen noch verschiedene Punkte klar gestellt werden; es muss vor allem ihre Nachkommenschaft, die dritte Generation, besser bekannt sein, als sie es mir heute ist, es muss auch das Zahlenverhältniss zwischen den violett und den rosa blühenden Individuen genauer festgestellt sein. Nach den jetzt vorliegenden Zahlen verhielte sich violett : rosa : weiss : gelblich wie 8 : 4 : 3 : 1; das ist aber vielleicht zu corrigiren, etwa in 7 : 5 : 3 : 1.

In dem Wuchs und der Grösse entsprachen die kahlen Pflanzen der Sippe *glabra*, die behaarten der Sippe *incana*; die Spaltungsregel galt also auch hier nicht. Und ebenso wenig that sie das für die Farbe der Pigmentschicht der Samenschale; die kahlen Pflanzen brachten Samen mit hellgelber, alle behaarten solche mit brauner. Doch habe ich 1899 nur von wenigen reife Schoten erhalten. Das ist auch der Grund, warum ich einstweilen über das letzte der von uns in's Auge gefassten Merkmalspaare, die Breite des Samenflügels, keine genügenden Angaben machen kann; doch ist es nach dem schon jetzt Beobachteten sehr unwahrscheinlich, dass die Regel hier angewandt werden kann.

Gefüllte Blüthen zeigten sich in der zweiten Generation so wenig wie in der ersten.

Würde die Spaltungsregel gelten, so würden Pflanzen, die den Elternsippen glichen, ungleich viel seltener sein, als sie es wirklich sind. Wegen der 8 Merkmalpaare hätte der Bastard $2^8 = 256$ erlei Sexualkerne zu bilden, und ein Paar Pflanzen, die den Elternsippen völlig gleich wären, wäre erst unter $4^8 = 65\,536$ Individuen zu erwarten, während wir es unter 16 oder, wenn wir die weissblühenden Pflanzen zu den gelblichblühenden, die rosa-blühenden zu den violettblühenden rechnen, unter 4 finden. — Das tatsächliche Verhalten verlangt zwar auch die Annahme, dass eine Spaltung eintritt, und dass die Producte in gleicher Anzahl entstehen, es zeigt aber, dass statt 256erlei, nur *zweierlei* Sexualkerne entstehen, die einen mit *allen* Anlagen für die Merkmale der *incana*-Sippe, die andern mit *allen* Anlagen für die der *glabra*-Sippe. Die einzelnen von einer

Elternsippe stammenden Anlagen sind also nicht getrennt worden, sie sind als Gesamtheit wieder abgespalten worden, so, wie sie bei dem Sexualakt mit den Anlagen der anderen Sippe zusammentraten.

Die verschiedenen Merkmale der Eltern scheinen mir nun nicht unter sich gleichwerthig zu sein, gerade was ihre Trennbarkeit anbetrifft. Das Verhältniss zwischen der Keimfarbe und der Blütenfarbe scheint mir ein anderes zu sein, als das zwischen der Blütenfarbe und der Behaarung oder dem Wuchs der Pflanze. Ich möchte zweierlei Sorten unterscheiden:

Im ersten der concreten Fälle handelt es sich um denselben Process — Anthocyanbildung —, der aber an verschiedenen Stellen (und quantitativ verschieden) vor sich geht; denkt man sich den Ort (und den Grad) irgendwie sonst normirt, so genügt die Ueberlieferung einer Anlage — der zur Anthocyanbildung — um beide Merkmale auftreten zu lassen. In der That giebt es meines Wissens keine Levkojensorte mit rein gelben Keimen, die violett blühen würde, und keine mit blauen Keimen, die weiss oder gelblich blühte. Solche Merkmale, die eine gemeinsame Anlage besitzen, möchte ich *halbidentisch* (oder hemiidentisch, wenn man lieber will) nennen¹⁾. Bei den Erbsenrassen scheinen z. B. die rothe Blütenfarbe und die rothen Flecke in den Blattachsen halbidentische Merkmale zu sein²⁾.

Im anderen Fall lässt sich schlechterdings kein in der Natur der Anlagen der Merkmale selbst liegender Grund für ihre mangelnde Spaltbarkeit einsehen, und dem entsprechend sind sie auch nur in dem vorliegenden, bestimmten Fall unspaltbar; sonst können sie getrennt vorkommen, wie es ja bekanntlich z. B. glattblättrige Levkojen mit violetten Blüten und behaarte Levkojen mit weissen oder gelblichen giebt³⁾. Solche nur in einem bestimmten Fall nicht spaltbare Merkmale möchte ich „*conjugirte*“ oder, wie ich schon früher that, „gekoppelte“ Merkmale nennen. Einem zweiten Fall gekoppelter Merkmale in ganz anderem Verwandtschaftskreise bin ich bereits auf der Spur.

Dass für die hemiidentischen Merkmale die Spaltungsregel nicht gilt, lässt sich leicht aus unserer Annahme verstehen; dass es auch con-

¹⁾ Um kein Missverständnis aufkommen zu lassen, will ich hier noch betonen, dass diese eine gemeinsame Anlage nicht die einzige ist, von der ich das Auftreten des Merkmales abhängig denke.

²⁾ Schon MENDEL giebt an, dass „die graue, graubraune oder lederbraune Farbe der Samenschale in Verbindung mit violettrother Blüte und röthlichem Makel in den Blattachsen“ ein dominirendes Merkmal bilden; doch erhielt ich auch Bastarde mit bräunlicher Samenschale, weisser Blüte und fehlendem rothem Flecken, und dem entspricht, dass die braune Farbe der Samenschale nach meinen Versuchen gar kein dominirendes Merkmal ist.

³⁾ Eine Kreuzung zwischen diesen habe ich bereits ausgeführt.

jugirte Merkmale giebt, ist der beste Beweis dafür, dass „das Bild der Art gegenüber seiner Zusammensetzung aus selbstständigen Factoren“ zu mindestens nicht immer „in den Hintergrund tritt“, wie DE VRIES meint¹⁾.

Meine Beobachtungen über die dritte Generation und über die Rückkreuzungen zu den Stammeltern sollen später mitgeteilt werden. Hier will ich nur noch erwähnen, dass bei den Merkmalen, die nicht wirklich dominiren oder recessiv sind, also bei der Blütenfarbe und der Blüthenzeit — aber auch nur bei diesen —, durch die Bestäubung mit dem Pollen der Stammeltern eine gewisse Annäherung an diese erzielt wurde, die z. B. bei der Behaarung ausblieb.

Zusammenfassung.

1. Ein Theil der Merkmalspaare, durch die sich die Elternsippen — *Matthiola incana* und *M. glabra* — unterscheiden, besitzt einen dominirenden Paarling (ist heterodynam), ein Theil nicht (ist homodynam) (p. 31)

MENDEL's Praevalenzregel gilt also nur zum Theil.

2. a) Der Bastard bildet nur zweierlei Sexual(zellen resp.)-kerne, solche mit allen Eigenschaften des einen Elters und solche mit allen Eigenschaften des andern Elters, beide in gleich grosser Zahl und durcheinander (p. 34).

Eine Trennung der Anlagen tritt wohl ein, und bei allen Paaren, aber nur zwischen den Componenten desselben Merkmal- resp. Anlagenpaares, nicht auch zwischen denen verschiedener Paare. Die von jedem Elter gelieferten Anlagen bleiben stets beisammen. — Es geschieht also nur ein Theil des nach der „Spaltungsregel“ zu Erwartenden.

b) Es liegt nahe, anzunehmen, dass die Spaltung überall, wo sie eintritt, in derselben Weise geschieht, und es von der Anordnung der Anlagen vor ihrem Beginn abhängt, was dabei herauskommt. Diese wäre dann das wirklich Entscheidende.

Bis das aber bewiesen ist, sind zweierlei Spaltungen zu unterscheiden, die, welche die Componenten der Merkmalspaare spaltet, die *zygolyte*, und die, welche die Erbmasse einer Sippe in ihre einzelnen Anlagen zerlegt, die *seirolyte*. Bei den Erbsen, dem Mais etc. finden wir beide, bei *Matthiola* nur die *zygolyte*.

c) Dieser Beschränkung der Spaltungsregel steht ihre vollkommene Ungültigkeit (die z. B. MENDEL selbst für *Hieracium* feststellte) schroff gegenüber.

¹⁾ Beide Fälle, der der hemiidentischen und der der conjugirten Merkmalspaare, stellen nur einen Theil dessen dar, was man unter „Correlation“ der erblichen Charaktere zusammengefasst hat.

3. Die nicht getrennten Merkmale sind von zweierlei Art: Es giebt hemiidentische, die (unter anderen auch) eine identische Anlage besitzen und überhaupt nicht trennbar sein dürften (Beispiel: die Färbung der Embryonen und die der Blumenblätter), und conjugirte (gekoppelte) mit lauter besonderen, nur im bestimmten Fall nicht trennbaren Anlagen (Beispiel: die Färbung der Embryonen oder die der Blumenblätter und die Behaarung der grünen Theile) (p. 35).

4. Aus Satz 1 und 2, zusammengenommen, folgt, dass die Spaltungsregel für ein Merkmalpaar gelten kann, für das die Prävalenzregel nicht gilt (das homodynam ist), dass also die den beiden Regeln zu Grund liegenden Verhältnisse nichts mit einander zu thun haben¹⁾.

5. Das Geschlecht hat auf die Farbe der Bastardembryonen einen unzweifelhaften Einfluss: Sie sehen stets der Mutter ähnlicher. Wahrscheinlich ist trotzdem das Product der Verbindung $A \text{♀} + B \text{♂}$ dem der Verbindung $B \text{♀} + A \text{♂}$ in den Anlagen gleich und beruht die Differenz auf einer ungleichen Entfaltung der Merkmale, in Folge ungleicher Versorgung mit den nöthigen Stoffen (p. 28).

6. Die Angaben über das Vorkommen von Xenien bei *Matthiola* beruhen auf einem Irrthum (p. 29).

7. In der zweiten Generation treten neben den Blütenfarben der Eltern (gelblichweiss und violett) zwei neue Farben auf (weiss und rosa). Die Pflanzen mit rosa Blüten entstehen nur aus Samen mit schwachblauem Embryo (p. 33).

Zusatz.

Inzwischen hat mir ein Aufenthalt in den Alpen Gelegenheit gegeben, eine Anzahl von Bastarden zwischen unzweifelhaften Arten zu untersuchen (*Cirsium palustre* + *spinosissimum*, *Cirsium heterophyllum* + *spinosissimum* und eine Rückkreuzung zu *C. spinosissimum*, *Achillea moschata* + *nana*, *Achillea macrophylla* + *moschata*, *Carex echinata* + *foetida*, ferner *Melandryum album* + *rubrum*, hier eine vollkommene gleitende Reihe von einer Art zur andern). Dabei ist mir zweifelhaft geblieben, ob auch nur bei einem einzigen dieser Bastarde in einem einzigen Merkmalspaar ein wirkliches Dominiren vorkommt, ganz sicher ist, dass in fast allen Punkten, in denen die Eltern differiren, der Bastard die Merkmale *beider* Eltern zeigt, jedes *abgeschwächt*, wenn auch in verschiedenem Grade.

¹⁾ Gilt die Spaltungsregel für ein Merkmalspaar, für das die Prävalenzregel nicht gilt (das homodynam ist), so tritt die zweite Generation in dreierlei äusserlich verschiedenen Individuen auf (statt in zweierlei), je 25% mit dem Paarling des einen und des anderen Elters, und 50 mit den beiden (falls die Eltern nur in diesem Paar differiren).

Ich will hierfür einstweilen nur ein Beispiel anführen, bei dem die Zahlen sprechen können. Bei *Cirsium palustre* laufen bekanntlich die Blätter am Stengel hinab, und zwar so, dass der vom anodischen Rand herablaufende Flügel bei oder in der Achsel des zweituntersten Blattes, der vom kathodischen Rand herablaufende bei oder in der Achsel des drittuntersten verschwindet. Bei *C. spinosissimum* dagegen laufen die Blätter gar nicht herab. Der Bastard endlich hat Blätter, die stets herablaufen, aber nie so weit wie bei *C. palustre*. Wie weit sie es thun, lässt sich direct messen, ebenso, wie weit sie thun könnten und müssten, falls in diesem Punkte *C. palustre* „dominiren“ würde; das Verhältniss der beiden Zahlen giebt an, wie stark die Anlage von *C. palustre* durch die von *C. spinosissimum* an der Entfaltung gehindert wurde. Nachstehende Tabelle bringt die Messungen für zwei Stengel desselben Bastard-Individuum, in Decimalen umgerechnet; die Blätter sind in basipetaler Ordnung mit Buchstaben bezeichnet, der Flügel vom anodischen Rand geht voran.

Die Blattflügel laufen herab bei:

<i>Cirsium palustre.</i>	<i>Cirsium palustre + spinosissimum.</i>	<i>Cirsium spinosissimum.</i>
1,000.	<p style="text-align: center;">Stengel I.</p> <p>1) 0,093; 0,042. b) 0,118; 0,106. c) 0,130; 0,163. d) 0,283; 0,497. e) 0,389; 0,219. f) 0,565; 0,280. g) 0,761; 0,146. h) 0,500. Mittel: 0,286.</p> <p style="text-align: center;">Stengel II.</p> <p>a) 0,079; 0,167. b) 0,241; 0,227. c) 0,426; 0,200. d) 0,225; 0,154. e) 0,370. Mittel: 0,232. Mittel aus I und II.: 0,266 = c. $\frac{1}{4}$.</p> <p>Achselspross aus Blatt b von Stengel II.</p> <p>a) 0,055; 0,017. b) 0,144; 0,111. c) 0,355; 0,177.</p>	0,000.

Gilt die Prävalenzregel für einen Bastard, und wird er, statt mit eigenem Pollen, mit dem einer der Elternsippen bestäubt, so entstehen, wie wir sahen (p. 26), keine anderen Nachkommen, als bei Selbstbestäubung auch, nur entstehen sie in anderen Zahlenverhältnissen, eventuell fallen gewisse Formen weg.

Die Rückkreuzungen aber, die ich diesen Sommer in der Natur beobachten konnte, zeigten umgekehrt das Merkmal des einen Elters, das schon im pri-

mären Bastard herabgesetzt war, (z. B. bei *Cirsium heterophyllum* + *spinossissimum* die spinnwebig-filzige Behaarung der Blattunterseite, die von *C. heterophyllum* herstammt), noch weiter zurückgedrängt durch das des anderen Elters.

All' das zeigt — wie die experimentellen Untersuchungen über Bastarde bei Erbsen, Mais und Levkojen —, dass es eben zwei Arten von Merkmalspaaren giebt, homodynamische und heterodynamische.

Ob sich ein Merkmalspaar so oder so verhält, das kann nicht in der Natur des Merkmales an sich liegen. So dominirt z. B. bei *Epilobium angustifolium typicum (rubrum)* + *album* die Anlage für die Anthocyanbildung in den Blumenblättern, bei *Cirsium palustre* + *spinossissimum* oder *Melandryum album* + *rubrum* dagegen nicht; bei den *Matthiola*-Bastarden bildet die dichte Bekleidung der grünen Theile mit Haaren ein dominirendes Merkmal, bei *Achillea nana* + *moschata* oder bei *Cirsium heterophyllum* + *spinossissimum* nicht. Ja, es ist mir fraglich, ob es überhaupt ein heterodynamisches Paar giebt, zu dem sich nicht ein correspondirendes homodynamisches Paar finden liesse; eher ist das Gegentheil der Fall, doch beruht auch das vielleicht nur auf unseren mangelhaften Erfahrungen.

Es können sogar in demselben Verwandtschaftskreis Eigenschaften, die nur graduell verschieden sind, dominiren oder nicht dominiren. So thun das bei den Erbsen nach MENDEL's, auch von TSCHERMAK bestätigten Angaben die glatten Cotyledonen den stark runzligen (etwa denen der Markerbsen) gegenüber, was ich¹⁾ für die „grüne späte Erfurter Folger-Erbse“, der „Paalerbse mit purpurrothen Hülsen“ und schwachfaltigen Cotyledonen gegenüber, nicht finden konnte.

Es muss also für dasselbe Merkmal (oder ganz ähnliche Merkmale) bei verschiedenen Sippen verschiedene Arten von Anlagen geben, und eine Zusammenstellung dessen, was wir einstweilen wissen, zeigt, dass das Dominiren des einen Merkmales fast ausnahmslos bei Rassenbastarden vorkommt, während sich umgekehrt bei Bastarden zwischen guten (oder schlechten) Arten die Merkmale desselben Paares gleichzeitig geltend zu machen, sich gegenseitig mehr oder weniger abzuschwächen pflegen.²⁾ Das soll nicht heissen, dass alle Merkmalpaare, in denen

¹⁾ G. MENDEL's Regel etc. p. 167.

²⁾ Unter den Bastarden, die DE VRIES nach seiner vorläufigen Mittheilung untersucht hat, ist nur einer, den man als Bastard zwischen zwei — immerhin naheverwandten — Arten gelten lassen muß: *Melandryum album* + *rubrum*. Während aber DE VRIES in seiner Blütenfarbe das Roth des *M. rubrum* sieht, also hierin diese Art dominiren finde ich es sowohl bei Gartenexemplaren als nach zu wiederholten Malen im Freien (in Tirol und Graubündten) gefundenen Individuen des Bastardes viel heller als bei *M. rubrum*, unter den gleichen äusseren Bedingungen, so dass ich also auch hier ein homodynamisches Merkmalspaar und damit das Verhalten von Arten finde.

sich Rassen unterscheiden, heterodynam seien, es giebt auch hier homodynam Paare, so bei Erbsen und Mais; dagegen sind mir typische Rassen ohne heterodynam Paare nicht bekannt. — Wie man sich diese Mischung der Merkmale von verschiedenen Typus zurechtlegen könnte, will ich hier nicht ausführen.

Die nächstliegende Idee, das verschiedene Verhalten der Merkmalspaare zu erklären, ist natürlich die, es mit dem phylogenetischen Alter der Merkmale in Zusammenhang zu bringen. Das neu aufgetretene Merkmal wäre dem alten gegenüber, von dem es sich abgezweigt hat, *recessiv*; sie bilden zusammen ein heterodynames Paar. Später würde daraus ein homodynames; endlich könnte sich das Verhältnis umdrehen und unter Platzwechsel wieder ein heterodynames Paar resultiren.

Für und gegen diese Ansicht lassen sich Beobachtungen anführen. Sie stempelt aber die „Rassen“ zu Entwicklungsstufen der „Arten“, etwas, dem ich mich, mit NÄGELI, nicht anschliessen kann. Rassen nenne ich Abänderungen von der Art, wie sie unsere Cultur- und Zierpflanzen zeigen, die man aber auch im Freien findet, neben den Vorstufen der Arten, den „Varietäten“ im engeren Sinn. Mit NÄGELI halte ich es für unzulässig, Schlüsse aus der Entstehung der Rassen auf die der Arten zu ziehen, wie es in neuester Zeit wieder versucht wird. Das Auftreten von zweierlei Sorten von Abänderungen, beide bei der Cultur constant, lässt sich z. B. in manchen Sippen der Gattung *Cerastium* (z. B. beim Typ. *vulgatum*, Typ. *alpinum*, Typ. *arvense* und Typ. *carinthiacum*) sehr gut verfolgen. Die einen sind die Artanfänge und die Bindeglieder zwischen den Arten, oft räumlich getrennt vorkommend und schwer charakterisierbar. Die anderen ähneln wenigstens den Rassen; leicht charakterisierbar, kommen sie auf ergiebigen Standorten gewöhnlich durcheinander vor. Eine scharfe Grenze beider Kategorien will ich damit nicht behauptet haben. Ich hoffe über meine einschlägigen, seit vielen Jahren durch Culturversuche und Beobachtungen im Freien fortgesetzten Untersuchungen in nicht zu ferner Zeit in einer Monographie der europäischen Arten dieser Gattung berichten zu können.

Noch schwieriger als die Frage nach der Tragweite der Prävalenzregel ist die, wie weit die Spaltungsregel gilt. Für deren Beantwortung haben wir einstweilen nicht viel Anhaltspunkte. Dass ihr Areal grösser ist, ist sicher, ebenso sicher aber auch, dass sie, auch bei allen Emendationen, nicht allgemein gelten kann. (Vgl. p. 36, Satz 2 c).

Für die Anschauungen, die DE VRIES über die Natur der Anlagen entwickelt hat, ist diese Frage besonders wichtig. Ich finde es dagegen gleichgültig, ob ein Merkmalspaar homodynam oder heterodynam ist; es können,

wie meine Versuche mit den Levkojen zeigen, die Merkmale eines Paares sich gemischt zeigen und sich doch reinlich spalten, also getrenntbleibende Anlagen besitzen. Etwas anderes aber ist es, wenn auch die Spaltung nicht möglich ist, wie bei *Hieracium*. Hier dürfte es um die Selbstständigkeit der Anlagen schlecht bestellt sein. Solche Fälle scheinen wieder ausschliesslich (oder fast so) bei Artbastarden aufzutreten.

Die Aufdeckung der MENDEL'schen Regeln wird also kaum dazu beitragen, dass von jetzt ab Speciesbastarde und Rassenbastarde in einen Topf geworfen werden, und man statt dessen nur von Mono-Di-etc.-Polyhybriden sprechen wird; sie wird im Gegentheil wohl der Anfang für eine schärfere Trennung der beiden sein.

5. Ueber den Einfluss, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner auf die Nachkommenschaft hat.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 18, H. 9, S. 422—435. 1900.

(Eingegangen am 21. November 1900.)

Mirabilis Jalapa und *M. longiflora* werden vielfach als Zierpflanzen gezogen und besitzen einerseits ausserordentlich grosse Pollenkörner, andererseits Fruchtknoten mit einer einzigen Samenanlage. Sie mussten dazu reizen, Versuche anzustellen, ob die Zahl der zur Belegung der Narbe verwendeten Pollenkörner einen Einfluss auf das Gelingen der Bestäubung und auf die Beschaffenheit der Nachkommenschaft ausübt. So hat NAUDIN in seinen „Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux“¹⁾ über solche Experimente berichtet, die er mit einem Pollenkorn und zwei und drei Körnern ausgeführt hatte, und diese Versuche werden, was man auch an ihnen aussetzen haben mag, schon dadurch eine gewisse Bedeutung behalten, dass DARWIN in der Darstellung seiner „Pangenesis“²⁾ auf sie Bezug genommen hat. Er glaubte aus dem Ergebnisse NAUDIN's schliessen zu können, „dass das Quantum der besonderen gestaltenden Materie, die in den (Spermatozoen und) Pollenkörnern enthalten ist, ein überaus wichtiger Factor (an allimportant element) bei der Befruchtung sei, nicht nur für die volle Entwicklung des Samens, sondern auch für das Gedeihen (vigour) der Pflanzen, die aus solchen Samen hervorgingen“.

Derartige Versuche waren schon vor NAUDIN gemacht und beschrieben worden, was diesem unbekannt geblieben war. So giebt KOELREUTER³⁾ an, dass bei der „gemeinen Jalape“ (*Mirabilis Jalapa*) und bei der „neuen peruvianischen Jalape“ (*M. longiflora*) ein, höchstens zwei bis drei vollkommene Samenstäubchen zu einer Befruchtung erfordert werden, und weiterhin⁴⁾, dass zwei rothe gemeine Jalapen, zu deren Erzeugung zwei und drei Samenstäubchen genommen wurden, glücklich aufgegangen seien und keine ge-

¹⁾ Nouvelles Archives du Muséum, Tome I, p. 35—37.

²⁾ Animals and plants under Domestication, Vol. II, p. 356 (citirt nach der II. Ausgabe).

³⁾ Vorläufige Nachricht u. s. w. S. 11 (1761).

⁴⁾ Zweite Fortsetzung der vorläufigen Nachricht, S. 127 (1766).

ringere Vollkommenheit gezeigt hätten, als alle anderen. GAERTNER¹⁾ brauchte dagegen 6—10 Pollenkörner, um die Fruchtbildung zu veranlassen.

Was nun die Versuche NAUDIN's betrifft, so stelle ich zunächst das Ergebniss der Bestäubungen in Tabellenform zusammen, und bemerke dazu, dass bei *M. Jalapa* zwar noch mehr Blüten „ansetzten“, dass die übrigen Früchte²⁾ aber vor der Reife abfielen.

Tabelle 1.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	<i>Mirabilis Jalapa</i>			<i>Mirabilis longiflora</i>		
	Zahl			Zahl		
	der belegten Narben	der Früchte		der belegten Narben	der Früchte	
		von 100 Blüten			von 100 Blüten	
1	17	1	6	4	1	25
2	12	1	8	4	1	25
3	1	1	100	5	1	20

Irgend eine Gesetzmässigkeit lässt sich aus diesen Zahlen nicht erkennen.

NAUDIN erzog ausserdem aus zwei Früchten von *Mirabilis Jalapa*, aus der mit einem Korn und aus der mit zwei Pollenkörnern erzielten, die Pflanzen. Sie wurden nur 60 cm und 55 cm hoch und blühten zwar reichlich, ihre Blütenhüllen waren aber nur 20 mm und 22 mm breit (Maximum 25 mm, Minimum 17 mm), während ein Bastard — *Mirabilis Jalapa* f. *lutea* — f. *rubra* — durchschnittlich solche von 32 mm Weite trug. Die Pflanzen von *M. longiflora* dagegen, die aus den drei bei jenen Versuchen erhaltenen Früchten hervorgingen, unterschieden sich in Nichts von gewöhnlichen, durch reichlichere Bestäubung erzielten Pflanzen.

NAUDIN betont selbst, dass seine Versuche wiederholt werden müssten; meines Wissens hat das Niemand gethan. Der Grund dafür ist gewiss in den Fortschritten zu suchen, die unsere Kenntniss des Befruchtungsvorganges gemacht hat; die Annahme, mehrere Pollenkörner beteiligten sich an der Bildung eines Embryo, war seitdem unmöglich. Trotzdem war eine Nachprüfung der Angaben am Platze, und diese habe ich vor einiger Zeit mit denselben Objecten ausgeführt; ihre Ergebnisse scheinen mir nicht uninteressant zu sein, wenn sie sich auch unseren heutigen Anschauungen ohne Zwang unterordnen lassen, wie ich glaube.

KOELREUTER und GAERTNER haben entsprechende Versuche mit Malvaecen angestellt (der eine mit *Hibiscus*, der andere mit *Malva*); dort liegen die Verhältnisse aber viel ungünstiger, wie ich nicht des Weitern auseinandersetzen will.

¹⁾ Bastarderzeugung, S. 65 (1849).

²⁾ So bezeichne ich der Einfachheit wegen die „Anthokarpe“.

Für die Untersuchungen waren zwei Fragen aus einander zu halten:

1. Welche Beziehungen bestehen zwischen der Zahl der wirklich befruchteten Samenanlagen und der Zahl der Pollenkörner, die zur Belegung der Narben verwendet wurden?
2. Welche Beziehungen bestehen zwischen der Beschaffenheit der Früchte und der Pflanzen, die aus ihnen hervorgehen, zu der Zahl der Pollenkörner, die zur Belegung der Narben verwendet wurden?

Die Berechtigung dieser Trennung liegt auf der Hand.

I. Die Beziehungen zwischen der Zahl der Samen und der Zahl der Pollenkörner, die zur Belegung der Narben verwendet werden.

Im Jahre 1896 wurde ein Versuch mit *Mirabilis longiflora* und im Jahre 1897 einer mit *M. Jalapa* f. *rubra* angestellt. Dieser zweite, in grösserem Massstab ausgeführte, soll hier zuerst besprochen werden.

A. Versuch mit *Mirabilis Jalapa* f. *rubra*.

Drei Pflanzen wurden im Frühjahr in grosse Töpfe gesetzt und, als sie zu blühen begonnen hatten, in ein Gewächshaus gebracht. Nun wurden alle offenen Blüten und alle Fruchtansätze entfernt, die Aeste in vier Gruppen getheilt, und die für dieselbe Gruppe bestimmten Aeste in gleicher Weise (mit farbiger Wolle) markirt. Alle Blüten, die sich an den Aesten der ersten Gruppe weiterhin entwickelten, wurden kurz vor dem Aufblühen kastriert und ihre Narben mit je einem Pollenkorn belegt. Alle Blüten, die an den Aesten der zweiten und dritten Gruppe aufgingen, wurden ebenso behandelt, ihre Narben aber mit je zwei und je drei Körnern versehen. Die Narben aller Blüten endlich, die sich an den Aesten der vierten Gruppe entfalteten, wurden mit Pollen ganz bedeckt. — Zur Controle wurde nach jeder Bestäubung ein Zipfel der Hochblatthülle abgeschnitten.

Der Pollen stammte von Individuen der gleichen Rasse aus dem Garten. Die Grösse der Körner schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen¹⁾; doch wurden immer grosse Körner ausgesucht, wenn nur eins bis drei zur Verwendung kamen.

Die Bestäubungen wurden vom 20. Juli bis zum 2. August täglich Abends ausgeführt. Zur Abhaltung der Insecten wurden keine Massregeln getroffen; wie Versuche mit kastrierten, aber nicht bestäubten Blüten und die wiederholte, nachträgliche Controle der mit einem Korn belegten Narben bewies, wären sie unnöthig gewesen. — Als ich dann Tübingen für mehrere Wochen verliess, wurden sämtliche Knospen sorgfältig entfernt, die Aeste einzeln

¹⁾ Ein paar Messungen bei AMELUNG („Flora“ 1893). Sie beziehen sich auf „*Mirabilis Wrightiana*“; was ich unter diesem — im Kew-Index fehlenden — Namen sah, gehörte zu *M. Jalapa*.

in Gazebeutel gehüllt und die Töpfe in's Freie gebracht. Als ich wiederkam, waren die Früchte reif und lagen zum grössten Theile schon ausgefallen im Grunde der Beutel. Es war mir nicht gelungen, durch das Entfernen der Knospen die Neubildung von Blüten ganz zu verhindern, doch standen auch die ältesten, durch Selbstbestäubung aus solchen Blüten entstandenen Früchte in der Entwicklung so weit hinter den jüngsten des Versuches zurück, dass nicht der geringste Zweifel über ihre Herkunft aufkommen konnte.

Das Ergebniss dieses Versuches giebt die folgende Tabelle:

Tabelle 2.
Mirabilis Jalapa.

Nummer der Pflanzen	Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner					
	1			2		
	Zahl					
	der belegten Narben:	der Früchte von 1000 Blüthen		der belegten Narben:	der Früchte von 1000 Blüthen	
I.	124	24	193	105	33	314
II.	22	3	136	24	8	333
III.	27	2	74	9	3	333
I—III.	173	29	168	138	44	319

Nummer der Pflanzen	Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörper:					
	3			viele		
	Zahl					
	der belegten Narben:	der Früchte von 1000 Blüthen		der belegten Narben:	der Früchte von 1000 Blüthen	
I.	118	49	415	76	59	776
II.	4	1	250	1	1	1000
III.	—	—	—	—	—	—
I—III.	122	50	410	77	60	779

Der erste Blick muss lehren, dass die Zahl der Früchte mit der Zahl der verwendeten Pollenkörner gestiegen ist. Die nächstliegende Annahme zur Erklärung dieser Thatsache ist die, dass nur ein Theil der Pollenkörner zur Befruchtung tauglich sei. Im Folgenden soll nun aus dem Ergebniss der Versuche die Grösse des tauglichen Theiles bestimmt und dann geprüft werden, ob die Annahme zur Erklärung vollständig ausreicht. Dazu sind nur die aller ersten Anfänge der Wahrscheinlichkeitsrechnung nöthig.

Wir gehen bei unserer Ueberlegung von dem Ergebniss aus, das wir bei Verwendung *eines* Pollenkornes erhalten haben. Danach würden 1000

so bestäubte Blüten nur 168 reife Früchte geben, und es wären nach unserer Annahme unter 1000 Pollenkörnern nur 168 taugliche und 832 untaugliche.

Angenommen, diese Zahl sei richtig, wieviel Früchte sind dann von 1000 Fruchtknoten zu erwarten, wenn die Narben statt mit einem Pollenkorn mit je *zwei* Pollenkörnern belegt werden?

Bezeichnet man die tauglichen Körner mit t , die untauglichen mit u , so kann bei dem Belegen der Narben mit zwei Körnern viererlei passiren, man kann verwenden t, t oder t, u oder u, t oder u, u . Günstig für die Befruchtung sind die drei ersten Fälle, ungünstig ist der vierte. Die Wahrscheinlichkeit für sein Eintreten ist $\frac{832}{1000} \cdot \frac{832}{1000} = \frac{692}{1000}$, die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines der drei günstigen Fälle also $1 - \frac{692}{1000} = \frac{308}{1000}$.

Von 1000 mit zwei Pollenkörnern bestäubten Blüten müssten also 308 Früchte gereift haben, nach der Beobachtung würden es 319 sein, also 11 mehr. Berechnet man aus den Promille-Zahlen die richtigen, so findet man, dass die 138 Blüten 43, statt 44, Früchte hätten geben sollen (genau 42,51).

Werden zur Belegung der Narben *drei* Pollenkörner verwendet, so sind unter den gleichen Voraussetzungen acht Fälle möglich, man kann verwenden t, t, t ; t, t, u ; t, u, u ; t, u, t ; u, t, t ; u, u, t ; u, t, u ; u, u, u . Ungünstig für die Befruchtung ist nur der letzte Fall (u, u, u), die Wahrscheinlichkeit für sein Eintreffen ist $\frac{832}{1000} \cdot \frac{832}{1000} \cdot \frac{832}{1000} = \frac{576}{1000}$, die für das Eintreffen eines der günstigen Fälle also $1 - \frac{576}{1000} = \frac{424}{1000}$.

Von 1000 mit je drei Pollenkörnern bestäubten Blüten müssten 424 Früchte gebracht haben, während thatsächlich 410 Früchte gereift haben würden, also 14 weniger. Bestimmt man aus den Promille-Zahlen die wirklichen, so findet man, dass die 122 Blüten 52 Früchte hätten geben müssen, statt 50 (genau 51,73).

Ich stelle nun die berechneten und die beobachteten Zahlen übersichtlich zusammen.

Tabelle 3.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	Zahl der Früchte					
	I beobachtet	II berechnet	Differenz I—II	von 1000 Blüten		
				I beobachtet	II berechnet	Differenz I—II
1	29	29	0	168	168	0
2	44	43	+1	319	308	+11
3	50	52	-2	410	424	-14

1) Ein so reichliches Abfallen unreifer Früchte, wie es NAUDIN beobachtete, kam bei meinen Versuchen nicht vor.

Wir sind bei dieser Berechnung von jenem Mittelwerth für die Procentzahl der tauglichen Körner ausgegangen, den wir aus dem Ergebniss der Belegung der Narben mit je einem Pollenkorn abgeleitet hatten. Die einzelnen Zahlen, aus denen er berechnet wurde (193, 136, 74), sind aber sehr ungleich, während die Zahlen, die sich mit je *zwei* Pollenkörnern ergaben, bei den drei Versuchspflanzen viel gleichmässiger ausgefallen sind (314, 333, 333). Es liegt nahe, diese Zahlen für besser zu halten und aus ihrem Mittel die Procentzahl der tauglichen Pollenkörner zu berechnen.

1000 Blüten, deren Narben mit je zwei Pollenkörnern belegt wurden, gaben im Mittel 319 Früchte. Daraus berechnet sich die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen des ungünstigen Falles (Verwendung zweier untauglicher Körner) zu $\frac{681}{1000}$, und daraus die Wahrscheinlichkeit, daß ein bestimmtes Korn untauglich ist, zu $\frac{\sqrt{681}}{\sqrt{1000}} = \frac{825}{1000}$. Folglich ist die Wahrscheinlichkeit, ein taugliches zu wählen, $\frac{175}{1000}$; unter 1000 sind also 175 tauglich. Diese Zahl ist etwas höher (um 7), als die früher berechnete (168).

Berechnen wir unter Zugrundelegung dieser Zahl (175) die der Früchte, die 1000 mit je drei Körnern belegte Blüten gegeben haben sollten, so finden wir sie zu 438, also (um 28) zu gross.

Um die Tauglichkeit dieser Ziffern zu beurtheilen, rechnen wir wieder die thatsächlichen Werthe aus und finden, dass bei den Versuchen mit einem Pollenkorn die 173 Blüten 30 Früchte hätten geben sollen, also eine mehr als thatsächlich beobachtet wurden (genau 30,28), und bei den Versuchen mit drei Körnern die 122 Fruchtknoten 53 Früchte, also drei mehr als wirklich reiften (genau 53,44). Die Zahl 175 passt also nicht besser.

In der nachstehenden Tabelle sind auch diese Werthe übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 4.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	Zahl der Früchte					
	I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I—II	von 1000 Blüten		
				I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I—II
1	29	30	—1	168	175	—7
2	44	44	0	319	319	0
3	50	53	—4	410	438	—28

In ganz entsprechender Weise kann man der Rechnung das Resultat des Bestäubungsversuches mit *drei* Körnern zu Grund legen; Tabelle 5 giebt die Werthe, die man dann erhält.

Tabelle 5.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	Zahl der Früchte					
	I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I—II	von 1000 Blüten		
				I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I—II
1	29	28 ¹⁾	+1	168	161	+ 7
2	44	41 ²⁾	+3	319	297	+22
3	50	50	0	410	410	0

Nach den Versuchen mit je einem Pollenkorn waren also unter 1000 Körner 168 taugliche, nach denen mit je zwei Pollenkörnern 175 taugliche, nach denen mit je drei Körnern 161 taugliche. Die Uebereinstimmung ist so gross, als man sie bei der doch immerhin noch kleinen Zahl von Versuchen überhaupt erwarten kann, und 168 ist wohl die beste von den drei Zahlen.

Diese Zahl ist jedoch noch zu klein.

Es muss nämlich bei Betrachtungen der Tabelle 2 auffallen, dass auch bei der Belegung der Narbe mit der grösstmöglichen Zahl von Pollenkörnern nicht jede Samenanlage einen Samen gab; 224 unter tausend setzten nicht an oder brachten es nicht zur Reife.

Jede Narbe muss bei diesen Versuchen wenigstens einige völlig taugliche Pollenkörner erhalten haben³⁾, wie das Vorausgehende lehrt; der Grund für das Versagen von 22,4 pCt. der Blüten wird darin zu suchen sein, dass auch ein Theil der Samenanlagen untauglich ist, etwa $\frac{1}{4}$. — Dass z. B. die Eizellen constitutionell sehr verschieden stark sind, wird später eine Tabelle (11) lehren, nach der die Schwankungen in dem Gewicht der Nachkommen bei möglichst starker Concurrenz unter den zur Belegung benützten Pollenkörnern fast so gross sind, wie bei Ausschluss aller und jeder Concurrenz.

Eine andere Annahme ist von vornherein eben so gut möglich, die, dass die Mutterpflanze nicht im Stande sei, alle befruchteten Samenanlagen heranreifen zu lassen. Ich habe versäumt, sie experimentell zu prüfen, was einfach so hätte geschehen können, dass an einigen Aesten nur jede zweite oder dritte Blüthe bestäubt und der Rest weggeschnitten worden wäre. Zum Glück reichen aber auch die mitgetheilten Versuche zur Entscheidung aus. Träfe nämlich diese Annahme zu, so müsste doch die Zahl der Früchte, die man nach der Bestäubung mit je drei Körnern erhält, auch schon merklich kleiner ausfallen, als jene, die man für diese Bestäubungsweise aus dem Ergebniss der Versuche mit je einem Pollenkorn berechnen kann. In Wirklichkeit ist sie wohl etwas kleiner, die Differenz liegt aber noch innerhalb der

¹⁾ Genau 27,85. ²⁾ Genau 40,99.

³⁾ Die Wahrscheinlichkeit, dass das nicht der Fall war, ist ganz minimal, sie beträgt z. B. bei Belegung der Narben mit je 20 Körnern $\frac{832^{20}}{1000^{20}}$ für jede einzelne.

Fehlergrenzen; eine Unfähigkeit, alle befruchteten Samenanlagen zur Reife zu bringen, kann also bei unseren Versuchspflanzen keine wesentliche Rolle gespielt haben. — Es ist gut möglich, dass die Pflanzen nicht alle Fruchtknoten hätten reifen lassen können; es war aber schon durch die Beschaffenheit der Samenanlagen dafür gesorgt, dass die Leistungsfähigkeit der Mutterpflanzen hierin nicht zu sehr angestrengt wurde.

Da sich also unter 1000 Samenanlagen nur 776 taugliche befanden, so waren von den 173 des Versuches mit je einem Pollenkorn nur 77,6 pCt., d. h. 134, tauglich, und nur diese gaben die 29 Früchte. 1000 Blüten mit lauter tauglichen Samenanlagen hätten 216 Früchte gegeben, wenn sie mit je einem Pollenkorn bestäubt worden wären, und unter 1000 Pollenkörnern sind demnach etwa 216 taugliche.

Eskommen also bei *Mirabilis Jalapa* auf ein taugliches Pollenkorn annähernd vier untaugliche, und auf drei taugliche Samenanlagen kommt etwa eine untaugliche. — Es darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass schon von vornherein beim Bestäuben nur grosse Körner verwendet wurden, also vielleicht schon eine Auswahl der besseren getroffen worden war.

B. Versuche mit *Mirabilis longiflora*.

Diese Versuche wurden vom 14. bis 31. Juli im Freien ausgeführt, im Uebrigen in der gleichen Weise, wie jene mit *M. Jalapa*. Wegen der sehr starken Klebrigkeit wurden die Blütenstände nach einigen, wenig befriedigenden Versuchen nicht mehr vor dem Insectenzutritt geschützt; dass dieser Schutz unnöthig war, wurde in derselben Weise, wie bei jener Art, festgestellt.

Nachstehende Tabelle giebt die Resultate.

Tabelle 6.

Mirabilis longiflora. Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner:

1		2			3			viele	
Zahl		Zahl			Zahl			Zahl	
der belegten Narben	der Früchte von 1000 Blüten	der belegten Narben	der Früchte von 1000 Blüten	der belegten Narben	der Früchte von 1000 Blüten	der belegten Narben	der Früchte von 1000 Blüten	der belegten Narben	der Früchte von 1000 Blüten
104	15	60	13	32	11	31	16	144	516

Auch hier steigt also mit der Zahl der Pollenkörner, die auf die Narbe gebracht werden, die Zahl der Früchte. Wir erklären das in gleicher Weise, wie früher, und nehmen an, nur eine bestimmte Anzahl der Pollenkörner sei zur Befruchtung tauglich. Nach den Versuchen mit einem Korn waren es 144 von 1000.

Nehmen wir an, dieser Werth sei richtig, und berechnen daraus die Anzahl der Früchte, die wir dann bei Belegung der Narben mit je zwei und je drei Pollenkörnern hätten erhalten sollen, so finden wir, dass wir etwas zu wenig Früchte erhalten haben. Die nachstehende Tabelle giebt diese Zahlen.

Tabelle 7.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	Zahl der Früchte					
	I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I.—II.	von 1000 Blüten		
				I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I.—II.
1	15	15	0	144	144	0
2	13	16 ¹⁾	—3	217	267	—50
3	11	12 ²⁾	—1	344	373	—29

Legt man der Rechnung das Resultat zu Grunde, das sich bei der Belegung der Narben mit zwei Pollenkörnern ergab, so erhält man Zahlen, die weniger gut stimmen (weil die stärkere Abweichung die genauer bestimmte Zahl trifft), wie Tabelle 8 zeigt.

Tabelle 8.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	Zahl der Früchte					
	I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I.—II.	von 1000 Blüten		
				I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I.—II.
1	15	12 ³⁾	+3	144	115	+29
2	13	13	0	217	217	0
3	11	10 ⁴⁾	+1	344	344	+37

Geht man endlich von dem Ergebniss aus, das ich bei der Belegung der Narben mit drei Pollenkörnern erhielt, so bekommt man die am besten stimmenden Zahlen (Tabelle 9).

Tabelle 9.

Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner	Zahl der Früchte					
	I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I.—II.	von 1000 Blüten		
				I. beobachtet	II. berechnet	Differenz I.—II.
1	15	14 ⁵⁾	+1	144	131	+13
2	13	15 ⁶⁾	—2	217	245	—28
3	11	11	0	344	344	0

Unter 1000 Pollenkörnern würden also etwa 131—144 taugliche sein. Diese Zahl ist aber auch hier zu klein. Denn auch hier ist selbst durch vollständiges Bedecken der Narbe mit Pollenkörnern nicht von jeder Samenanlage ein Samen zu erhalten, ja, die Dinge liegen noch ungünstiger als bei *Mirabilis Jalapa*. Von 1000 Blüten, die so behandelt worden wären, hätten nur 516 Früchte gebracht, wenig mehr als die Hälfte, und von den 104 (bezw. 31) Blüten unseres Versuches mit einzelnen (und drei) Pollenkörnern be-

1) Genau 16,02.

2) Genau 11,49.

3) Genau 11,96.

4) Genau 9,82.

5) Genau 13,62.

6) Genau 14,70.

sassen also nur 54 (bezw. 16) taugliche Samenanlagen. Daraus berechnet sich dann, dass auf 1000 Pollenkörner etwa 278 taugliche kamen.

Auch hier geben die Zahlen keine sicheren Anhaltspunkte dafür, dass die Pflanze unfähig gewesen wäre, mehr Fruchtknoten reifen zu lassen.

Demnach kommen also bei *Mirabilis longiflora* auf ein taugliches Pollenkorn etwa drei untaugliche, und auf eine taugliche Samenanlage kommt eine untaugliche.

Worauf diese Untauglichkeit eines Theiles der Pollenkörner beruht, habe ich nicht näher untersucht. Wie schon erwähnt, verwendete ich nur äusserlich gut entwickelte Körner. Bei den gegebenen Grössen ist es auch ausgeschlossen, dass nicht wenigstens eine Austrittsstelle jedes Kornes mit der Fläche eines Narbenköpfchens in Berührung gekommen wäre. Ich untersuchte einige Blüten, deren Narben mit je einem Pollenkorn belegt worden waren und die abfielen; die Pollenkörner hatten nicht gekeimt. — Alle in verschiedener Weise angestellten Versuche, die Körner auf dem Objectträger zur Keimung zu bringen, schlugen fehl; die Frage liess sich also experimentell nicht recht angreifen.

II. Die Beziehungen zwischen der Beschaffenheit der Früchte und der Pflanzen, die aus ihnen hervorgehen, und der Zahl der Pollenkörner, die zur Belegung der Narben verwendet wurden.

Zunächst wurden die reifen Früchte, die ich bei den eben beschriebenen Versuchen erhalten hatte, gewogen. Dabei stellte sich heraus, dass die mit einem Pollenkorn erzeugten Früchte durchschnittlich etwas leichter waren, als die mit dem Maximum von Körnern erzeugten, und zwar bei *Mirabilis Jalapa* um etwa 9 pCt., bei *M. longiflora* um etwa 3 pCt.

Nachstehende Tabelle giebt die Resultate der Wägungen.

Tabelle 10.
Gewicht der (trockenen) Früchte, erzeugt:

Art	I. mit einem Pollenkorn		II. mit vielen Pollenkörnern		Differenz I—II	
	Zahl der gewogenen Früchte	mittleres Gewicht einer Frucht mg	Zahl der gewogenen Früchte	mittleres Gewicht einer Frucht mg	mg	vom 100
<i>Mirabilis Jalapa</i>	20	72,4	21	79,2	—6,8	8,6
davon die schönsten Früchte	5	76,8	5	86,4	—9,6	9
<i>Mirabilis longiflora</i>	15	158,7	16	164,1	—5,4	3,3

Es ist hierbei nicht zu vergessen, dass diese Zahlen das mittlere Gewicht von Fruchtschale und Samen sind, und dass wahrscheinlich Frucht- und Samenschale (und das Perisperm?) bei beiderlei Früchten gleich schwer sind; die Gewichts-differenz der Embryonen wird also noch grösser gewesen sein, doch konnten wegen der Keimprobe die Früchte nicht zerlegt werden.

Von *M. longiflora* wurden im Frühjahr 1897 alle 15 mit je einem Pollenkorn erzielten und alle 16 mit vielen Körnern erzielten Früchte ausgesät. Von jenen keimten 14 (= 93 pCt.), von diesen 16 (= 100 pCt.), also letztere eher besser. Je drei Individuen wurden in's Freie ausgepflanzt; sie waren Anfangs August dem Augenschein nach alle gleich gut entwickelt; Wägungen wurden leider nicht gemacht.

Weil dieses Ergebniss nicht besonders ermuthigend war, wurden von *M. Jalapa* erst am 18. Mai 1900 Aussaaten gemacht, und zwar mit 21 Früchten, die mit je einem Pollenkorn erzeugt worden waren, und mit 20, die mit vielen Körnern erzeugt worden waren (denselben, die gewogen worden waren). Von jenen waren am 3. Juni 18 (= 85,7 pCt.) gekeimt, von diesen 17 (= 85 pCt.), von beiden also etwa gleich viel. Von jenen Pflänzchen wurden am 8. Juni 7, von diesen 8, jedesmal die stärksten, in kleine Töpfe piquirt und aus diesen am 24. Juni in's Freie gepflanzt, in zwei parallelen Reihen, alternirend eine Pflanze der einen und eine der anderen Abtheilung; alle standen unter möglichst gleichen äusseren Bedingungen. Drei fielen noch der Maulwurfsgrille zum Opfer, so dass schliesslich noch je 6 vorhanden waren. Von den vier, die Mitte September zuerst blühten, gehörten zwei zur einen, zwei zur anderen Abtheilung; schliesslich blühten noch alle. Ihre Stärke war sehr verschieden, doch war im Durchschnitt nach dem Augenschein keine von den Abtheilungen im Vortheil vor der anderen. Um so mehr überraschte deshalb das Ergebniss der Wägung der ganzen, am Wurzelhals abgeschnittenen Pflanzen, die ich am 12. October durchführte. Es ist in der umstehenden Tabelle 11 wiedergegeben.

Es sind ja nur wenige Zahlen, sie stimmen aber so gut unter einander, dass sie gewiss entscheidend sind. Nach ihnen wiegen die Pflanzen, zu deren Erzeugung nur je ein Pollenkorn auf die Narbe gebracht worden war, durchschnittlich 12 pCt. weniger als jene, zu deren Erzeugung viele Körner verwendet worden waren, wie die Samen, aus denen sie hervorgegangen sind, etwa um 9 pCt. leichter gewesen waren.

Die Deutung dieses Ergebnisses scheint mir nicht schwierig zu sein. Wird nur ein Pollenkorn auf die Narbe gebracht, so ist jede Concurrenz ausgeschlossen; ist es überhaupt tauglich, so befruchtet es. Anders, wenn viele Pollenkörner auf die Narbe kommen. Dann wird unter den tauglichen das befruchten, dessen Schlauch zuerst in die Mikropyle der Samenanlage ein-

dringt. Diese Concurrrenz findet jedenfalls statt; dass sie ein solch' günstiges Ergebniss hat, beweist, dass das Pollenkorn, dessen Schlauch schneller den Weg durch den langen Griffelcanal zurücklegt, auch eine kräftigere Nachkommenschaft liefert, dass beide Eigenschaften, die auf den ersten Blick nichts mit einander zu thun haben, zusammenhängen. Dies scheint mir das wichtigste Ergebniss der Versuche zu sein¹⁾.

Tabelle II.
Gewicht der Pflanzen (in Grammen) aus Samen, zu deren Erzeugung verwandt wurden:

Nummer der Pflanze	I.	II.	Differenz II—I	
	viele Pollenkörner	ein Pollenkorn		von 100
I.	694	597	— 97	—14,0
II.	650	531	—119	—14,5
III.	560	480	— 80	—14,3
IV.	382	444	+ 62	+16,2
V.	366	334	— 31	— 8,7
VI.	297	206	— 91	—30,6
I—VI.	2950	2592	—358	—12,1

Setzt man das Gewicht der leichtesten Individuen zu 100 an, so wiegt das schwerste unter den mit einem Pollenkorn erzeugten 290, und das schwerste unter jenen, zu dessen Erzeugung viele Pollenkörner auf die Narbe gebracht worden waren, 234. Dass das Gewicht bei jenen Pflanzen innerhalb weiterer Grenzen schwankt, als bei diesen, ist bei dem Ausschluss der Concurrrenz unter den Pollenkörnern ganz verständlich; dass auch bei diesen die Unterschiede so beträchtlich sind, weist darauf hin, dass die tauglichen Samenanlagen (oder Eizellen, wenn man will) von sehr ungleicher Constitution sind; unter ihnen kann ja keine Auswahl getroffen werden, gehört doch zu jeder Narbe nur eine.

Merkliche Unterschiede in der Grösse der Blüthen zwischen den beiden Abtheilungen, wie sie NAUDIN beobachtete, waren nicht nachzuweisen.

Ich bedauere, nicht mehr Pflanzen aufgezogen und die von *M. longiflora* nicht gewogen zu haben; bei diesen hätten sich gewiss auch Differenzen auf diesem Wege nachweisen lassen. — Ist die Erklärung, die ich eben gegeben habe, richtig, so müssen auch die Individuen, zu deren Erzeugung zwei und drei Pollenkörner auf die Narben gebracht wurden, etwas hinter denen zurückstehen, zu deren Erzeugung viele Körner verwendet wurden. Ich werde nicht versäumen, dies mit dem übrigen Material zu prüfen.

¹⁾ Etwas Analoges ist es z. B., wenn bei *Papaver somniferum* die Zahl der secundären Carpelle der monstr. *polycephalum* in genauer Relation mit der Stärke des Individuums steht, so lange die äusseren Bedingungen gleich bleiben. (Vergl. DE VRIES „Alimentation et Selection“).

Fassen wir die Resultate unserer Versuche mit *Mirabilis Jalapa* und *M. longiflora* zusammen.

Die erste Frage können wir so beantworten:

Es ist nur ein Theil der Pollenkörner und der Samenanlagen zur Befruchtung tauglich. Deshalb steigen mit der Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner die Chancen, dass die Befruchtung eintritt, und zwar so, wie es die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt.

Bei *Mirabilis Jalapa* kommen auf ein taugliches Pollenkorn annähernd vier untaugliche, auf drei taugliche Samenanlagen eine untaugliche, bei *M. longiflora* auf ein taugliches Pollenkorn etwa drei untaugliche, auf eine taugliche Samenanlage eine untaugliche. (Diese Zahlen gelten jedoch einstweilen nur für bestimmte Individuen).

Die Antwort auf die zweite Frage lautet:

Bestäubt man die Narben mit einer grösseren Menge von Pollenkörnern, so sind die Nachkommen stärker (schwerer) — wegen der Concurrrenz der tauglichen Pollenkörner unter einander.

Das Pollenkorn, dessen Schlauch den Weg durch den langen Griffel rascher zurücklegt, giebt auch den schwereren Samen und die schwerere Pflanze.

6. Ueber Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays*, nebst einer Bemerkung über die „faux hybrides“ MILLARDET's und die „unechten Bastarde“ DE VRIES'.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 19, H. 3, S. 211—220. 1901.

(Eingegangen am 26. März 1901.)

Da es wegen der Herstellung der Tafeln noch einige Zeit dauern wird, bis meine „Untersuchungen über die Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays*, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien“, erscheinen werden, will ich hier über einzelne Ergebnisse, die mir gerade jetzt von allgemeinerem Interesse zu sein scheinen, berichten.

Die Merkmale, durch die sich die Rassen unterscheiden, lassen sich in Kategorien bringen; jede Kategorie bezieht sich auf einen bestimmten Punkt, z. B. die Farbe des Endosperms, der Fruchtschale etc. Nach genügender Zerlegung sind die Merkmale einer Kategorie nurmehr quantitativ (graduell), nicht mehr qualitativ verschieden. Je nachdem sich die zwei Rassen, zwischen denen ein Bastard gebildet wird, in einer Kategorie, oder in zwei, drei und mehr Kategorien unterscheiden, haben wir beim Bastard ein Merkmalspaar, oder zwei, drei und mehr Paare zu studiren. Auf das gegenseitige Verhalten der Paare, die unselbstständigen, halbselfständigen (hemiidentischen IV. p. 107) und selbstständigen Paare, und bei diesen wieder die freien und conjugirten (IV. p. 108), gehe ich hier nicht ein.

Nach dem gegenseitigen Verhalten der Anlagen für die Merkmale eines Paares während der vegetativen Entwicklung des Bastardes kann man *homodynam* und *heterodynam* Paare¹⁾ unterscheiden, je nachdem sich die Anlagen für beide Merkmale neben einander entfalten, wobei eines das andere abschwächt, oder nur das eine, das dominirende, während das andere, das recessive, sich nicht entfaltet, latent bleibt.

¹⁾ Vergl. IV, S. 103. Diese Termini „homodynam“ und „heterodynam“ sind schon von WEISMANN (Keimplasma, p. 346) gebraucht worden, aber in ganz anderem Sinne.

„Homodynam Determinanten“ bringen Zellen mit den gleichen Eigenschaften an derselben Stelle zur Entfaltung. „heterodynam“ Zellen mit verschiedenen Eigenschaften. Hier dürfte vielleicht eine Bezeichnung wie „identisch“ und „nicht identisch“ ausreichen.

Nach dem Verhalten der Anlagen für die Merkmale eines Paares während der Bildung der Keimzellen des Bastardes kann man *homöogone* und *schizogone* Paare¹⁾ unterscheiden, je nachdem beide Anlagen zusammen bleiben, wie bei den Hieracienbastarden MENDEL's, oder sich „spalten“, wie bei den Erbsenbastarden MENDEL's.

Das Verhalten der Anlagen während der vegetativen Entwicklung und das während der Keimzellbildung sind von einander ganz unabhängig. Es sind also vier Combinationen, vier Typen von Merkmalspaaren, möglich:

		Die Merkmalspaare sind	
		während der vegetativen Entwicklung	während der Keimzellbildung
1.	<i>Pisum</i> -Typus ²⁾	heterodynam	schizogon
2.	—	heterodynam	homöogon
3.	<i>Zea</i> -Typus	homodynam	schizogon
4.	<i>Hieracium</i> -Typus	homodynam	homöogon

Davon sind der erste und vierte Typus³⁾ durch MENDEL bekannt geworden; auf die Existenz des dritten habe ich schon in meiner ersten Mittheilung hingewiesen (II, p. 160 und 167, Anm.). Für den zweiten, der ganz gewiss auch vorkommt, habe ich noch kein sicheres Beispiel.

Beim Mais kommen alle drei Typen vor, z. B.:

1. Der *Pisum*-Typus: bei der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm (Stärke — „Zucker und Dextrin“).
2. Der *Zea*-Typus: bei der Farbe der Kleberschicht (blau — nichtblau) und der des übrigen Endosperms (gelb — weiss).
3. Der *Hieracium*-Typus: bei der Grösse (Capacität) und Gestalt der Fruchtschale.

Soweit es geprüft wurde, stimmte das Verhalten in der ersten Generation und in den folgenden, durch Selbstbestäubung erzielten Generationen, das bei der Rückkreuzung zu den Stammrassen und das bei der Bildung von

¹⁾ Ueber DE VRIES' Terminologie, der ich mich leider nicht anschliessen kann, vergl. S. 60.

²⁾ Er kommt offenbar auch bei Thierbastarden vor, wenigstens stimmen die Angaben, die v. GUAITA über die Bastarde der Hausmausalbinos mit der japanischen Tanzmaus gemacht hat, für das Merkmalspaar: tanzen — nicht tanzen recht gut.

³⁾ Es sind bei den Hieracien nach MENDEL nicht nur die einzelnen Individuen des Bastardes in der ersten Generation unter sich ungleich (DE VRIES, III, S. 436), sondern im einzelnen Merkmal hält der Bastard zum Theil die Mitte (II, S. 29). „Wenn wir die einzelnen Merkmale dieser Bastarde mit den correspondirenden Charakteren der beiden Stammeltern vergleichen, so finden wir, dass dieselben theils *Mittelbildungen* darstellen, theils aber dem einen der beiden Stammmerkmale so nahe stehen, dass das andere weit zurücktritt oder fast der Beobachtung entschwindet.“ Die „Prävalenzregel“, das Dominiren des einen Merkmals über das andere, ist also nach MENDEL nicht „eine andere“ (DE VRIES S. 436), sie gilt einfach zum Theil nicht.

Tripelbastarden genau mit dem überein, was sich von vornherein, aus den Annahmen, für jeden einzelnen Typus ableiten liess.

Homodyname und heterodyname Paare halte ich jetzt nicht mehr für so scharf getrennt, wie früher (vergl. S. 58). Das Verhalten dieser letzteren stellt wohl nur einen Grenzfall dar, in einer Reihe, die man sich aus homodynamen Merkmalspaaren bilden kann, wenn im einzelnen Paar das Verhältniss in der Entfaltungstärke der Anlagen stets das gleiche ist, die Stärke der einen (endlich recessiven) aber bei jedem folgenden Paare etwas mehr zu Gunsten der anderen (endlich dominirenden) abnimmt. — Die Merkmalspaare der „*faux hybrides*“ MILLARDET's („dichodynam“ könnte man sie nennen) stellen den Grenzfall einer anderen Reihe aus homodynamen Merkmalspaaren dar, bei denen das gegenseitige Verhältniss der Anlagen bei dem einzelnen („pökilodynamen“) Paare stark variiert, die Zahl der Zwischenstufen aber bei jedem folgenden Paare, dem vorhergehenden gegenüber, abnimmt. So hat es schon MILLARDET aufgefasst.

Schizogone und homöogone Keimzellbildung sind dagegen scharf getrennt. Darin, dass, wie DE VRIES neulich gezeigt hat, bei gewissen Bastarden dasselbe Merkmalspaar bei den einen Individuen schizogon, bei den anderen homöogon ist, liegt natürlich kein Uebergang, so wenig, wie darin, dass die Höhe der Pflanzen bei den Erbsen schizogone, beim Mais homöogone Merkmalspaare abgiebt.

Das Zahlenverhältniss der verschiedenen Keimzellen fand ich beim Mais immer wie 1 : 1, und dem entsprechend bei einem drei schizogone Merkmalspaare vereinigenden Bastard für jede der achterlei Keimzellen sehr annähernd 12,5 pCt. der Gesamtzahl.

Die Entfaltungstärke einer Anlage (ihr Vermögen, sich neben ihrem Paarling während der vegetativen Entwicklung des Bastardes geltend zu machen) kann grossen Schwankungen unterworfen sein.

Einfluss hat:

a) Bei schizogonen und homöogonen Merkmalspaaren.

1. Die Individualität der einzelnen Anlagen oder, wenn man will, der Keimzellen mit diesen Anlagen beim selben Individuum. ♂ Blaue Kleberschicht und ♀ weisse Kleberschicht können im selben Xenien-Kolben geben blaue, weisse oder intermediärfärbte (homogene oder gescheckte) Kleberschicht. Fielen diese Mittelstadien weg, so hätten wir das Verhalten eines dichodynamen Merkmalspaares bei den „*faux hybrides*“ MILLARDET's.

2. Die Individualität der einzelnen Pflanzen innerhalb derselben Rasse. Sie war besonders deutlich bei meiner (reinen) Rasse *cyanea*.

3. Die Rassenzugehörigkeit. Bei dem Merkmalspaar: gelbes Endosperm — weisses Endosperm ist es z. B. für das Aussehen des Bastardenendospermes gar nicht gleichgültig, welche Rasse mit weissem Endosperm ich

zur Bestäubung einer Rasse mit gelbem Endosperm nehme; es ist (gegenüber der Rasse *vulgata*) die Rasse *dulcis* schwächer als die Rasse *alba* und diese schwächer als die Rasse *leucoceras*. (Die Wahl unter den „gelben“ Rassen hat keinen so deutlichen Einfluss). Das zeigt, dass die „Kreuzung der Merkmale“ auch im engsten Verwandtschaftskreise nicht ohne Weiteres an Stelle der Kreuzung der Sippen (Rassen, Varietäten, Arten) gesetzt werden kann.

b) Bei schizogonen Merkmalspaaren.

4. Der Zustand der Anlage, ob die Keimzelle von einer (rein gezüchteten) Rasse stammt, oder von einem Bastard, ob die Anlage „rein“ oder „abgespalten“ ist. Er äussert sich a) im Verhalten gegenüber der „reinen“ Anlage für das andere Merkmal desselben Paares, b) im Verhalten gegenüber der „abgespaltenen“ Anlage für das andere Merkmal desselben Paares. Ein Merkmalspaar, das „rein“ homodynam ist, kann „abgespalten“ fast heterodynam sein (z. B. die Farbe der Kleberschicht).

Was die Endospermbastarde, die „Xenien“ anbetrifft, so habe ich zu meinen vorläufigen Sätzen (I) wenig hinzuzufügen. Zu den Merkmalen des Endosperms, bei denen ich keinen „directen Einfluss“ der Bastardbestäubung nachweisen konnte (in denen also das Bastardendosperm dem Endosperm der Mutterpflanze gleich war), müssen — ausser den schon früher angeführten, der Grösse und der Form — noch die Form der Kleberzellen und zum Theil die physikalische Beschaffenheit des Endosperms (Volumverhältniss und Lage des mehligem und hornigen Theiles) gerechnet werden, unter die Merkmale, bei denen sich der „directe Einfluss“ zeigt, das Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm.

Drei meiner früher ausgesprochenen Sätze muss ich modificiren. Zunächst Satz 12: „Eine bestimmte Eigenschaft, die überhaupt als Xenie auftreten kann (z. B. die blaue Kleberschicht), wirkt bei jeder Rasse, die sie besitzt, durch die Bestäubung auf jede andere Rasse, die diese Eigenschaft nicht besitzt, in gleicher Weise ein, wie verschieden diese bestäubten und bestäubenden Rassen sonst sein mögen.“ Wir sahen schon, dass die Rasse einen deutlichen Einfluss haben kann (siehe oben, Fall 3). Das wurde freilich erst durch die Versuche mit der Rasse *leucoceras* klar, die ich im verflossenen Sommer zum ersten Mal verwenden konnte.

Dann Satz 10: „Wenn zwei Rassen nur in einem Punkt verschieden sind, in dem sich Xenien zeigen können, so ist die Beeinflussung stets einseitig, nicht gegenseitig.“ Hier muss das stets durch oft ersetzt werden. Auch das wurde erst durch die Versuche mit der Rasse *leucoceras* ganz deutlich. — Bestehen bleibt, dass das Ergebniss der einen Bestäubung ($\text{♀ I} + \text{♂ II}$) der einen Rasse (z. B. I) um soviel näher steht, als das der anderen Bestäubung ($\text{♀ II} + \text{♂ I}$), dass man es von dieser Rasse (I) nicht unterscheiden kann.

Endlich Satz 13: „Wird das Endosperm einer Rasse (A) nach der Bestäubung mit dem Pollen einer zweiten Rasse (B) verändert, so geht der Einfluss doch nie so weit, dass es dem Endosperm der zweiten Rasse (B) in dem Punkte völlig gleich würde.“ Hiervon bildet ein Merkmalspaar eine Ausnahme: Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm. „Zucker und Dextrin“ + Stärke geben stets Stärke; das Merkmalspaar ist eben heterodynam. Ich wurde seiner Zeit durch die stärker bräunliche Farbe der Körner verleitet Xenie ♀ *dulcis* + ♂ *alba* für etwas ähnlich der Rasse *dulcis* zu halten, gegenüber Xenie ♀ *alba* + ♂ *dulcis*, die ganz gleich Rasse *alba* war und übersah, dass das durch die Fruchtschale bedingt war.

Den Einfluss, den das Geschlecht haben kann, erkläre ich, wie früher, dadurch, dass die beiden Polkerne zusammen eine grössere und dadurch wirksamere Idioplasmamasse besitzen, als der eine generative Kern aus dem Pollenschlauch. Wenn wir die Form der Kleberzellen nach beiden Bestäubungen (♀ I + ♂ II und ♀ II + ♂ I) ganz unverändert finden, so ist das nur ein extremer Fall dieses Einflusses. Es würde hier zu weit führen mit obiger Annahme und der Vorstellung, dass die Entfaltungstärke der einen Anlage, der der anderen gegenüber, bei den verschiedenen Merkmalspaaren sehr verschieden sein kann, das Verhalten derselben in jedem einzelnen Falle zu erklären (III). — Die Kernverschmelzung betrachte ich als Befruchtung.

Das Auftreten „gescheckter“ Xenien-Körner kann ich nicht mit WEBBER (I, p. 33f.) auf eine parthenogenetische Entwicklung des zweiten generativen Kernes aus dem Pollenschlauch zu Endosperm, neben den ebenfalls parthenogenetisch sich zu Endosperm entwickelnden Polkernen, zurückführen, aus verschiedenen Gründen. Den schlagendsten lieferten die Kolben der Rasse *alba* (mit weissem Endosperm), die mit dem Pollen des Bastardes *cyanea* + *vulgata* bestäubt wurden. Bei jenen Früchten (25 pCt.), die durch Pollenkörner mit den Anlagen für gelbes Endosperm und für blaue Kleberschicht entstanden, war das ganze Endosperm homogen hellgelb und gleichzeitig die Kleberschicht mehr oder weniger intensiv (homogen) blau oder blaugefleckt. Nach dem einen Merkmal müsste WEBBER eine Vereinigung der Kerne, nach dem anderen eine parthenogenetische Entwicklung annehmen; beides zugleich ist aber beim Endosperm doch nicht möglich.

Ueber den Zeitpunkt und den Modus der Spaltung vergleiche man die ausführliche Publication; sie sind dort unter Berücksichtigung der Einwände, die STRASBURGER mir gemacht hat, besprochen. Dort findet man auch ausgeführt, wie man sich ungezwungen das Auftreten der abgespaltenen Anlagen in anderen Verhältnissen als 1 : 1 deuten kann.¹⁾

¹⁾ Solche Fälle hat neuerdings DE VRIES (III) beschrieben, auch bei Levkoyen kommt wohl etwas Aehnliches vor (IV, p. 105, Anm.).

Nur soviel sei hier noch bemerkt: die Spaltung des Idioplasmas bei der Bildung der Keimzellen ist, meiner Meinung nach, ein normaler Vorgang, der auch bei den Individuen einer rein gezüchteten Rasse, nicht nur bei Bastarden, eintritt; man sieht hier nur die Folgen nicht. Ist er morphologisch im Modus der Kerntheilung erkennbar, so wird sich das auch hier nachweisen lassen. Die Abnormitäten, die JUEL neuerdings bei der Pollenbildung des Bastardes *Syringa persica* + *vulgaris* in der Form der Kerntheilung beobachtet hat, können kaum mit der Spaltung, der regelmässigen Vertheilung der Anlagen schizogoner Merkmalspaare, in Zusammenhang gebracht werden.

Ich muss nun noch begründen, warum ich nicht aus der dreifachen, von DE VRIES (III, S. 437) vorgeschlagenen Terminologie „isogon“, „erbgleich“ und „echt“ für Bastarde vom Verhalten der Erbsenbastarde MENDEL'S und „anisogon“, „erbungleich“ und „unecht“ für Bastarde vom Verhalten der Hieracien- und Erdbeer-Bastarde, ein Paar ausgewählt und auf die Merkmalspaare übertragen habe, sondern neue Termini „schizogon“, und „homöogon“ verwendet habe.

Ich hatte in meinem Manuscript wirklich die Ausdrücke „isogon“ und „anisogon“ gebraucht, habe sie dann aber, mit Bedauern, aufgegeben, weil sie, meiner bescheidenen Meinung nach, gerade umgekehrt hätten verwendet werden sollen, ich sie also für irreleitend halten musste. DE VRIES sagt:

„Im Folgenden werde ich deshalb die Kreuzungen, deren Producte sich bei der Bildung ihrer Geschlechtsorgane gleichwerthig spalten und welche also dem MENDEL'schen Principe folgen, erbgleich oder isogon nennen und ihre Producte, d. h. die Bastarde selbst, als echte Bastarde bezeichnen.“

„Dagegen nenne ich die Kreuzungen, deren Producte sich in jener Lebensperiode entweder nicht oder nach anderen Regeln spalten, erbungleiche oder anisogone und die Bastarde, im Anschluss an MILLARDET, unechte.“

Unter „isogonen“ „Gleiches erzeugenden“, oder „gleiche Nachkommenschaft habenden“ Bastarden würde man doch zunächst die Bastarde verstehen, bei denen die Nachkommen unter sich gleich sind, oder den Eltern gleich sehen, bei denen keine Spaltung eintritt, also die anisogonen Bastarde DE VRIES' und unter „anisogonen“, „Ungleiches erzeugenden“, oder „ungleiche Nachkommenschaft habenden“, die, deren Nachkommenschaft unter sich oder von den Eltern verschieden ausfällt, die sich spalten, also die isogonen Bastarde DE VRIES¹⁾.

¹⁾ Die Ausnahmefälle, wo einzelne Individuen der „anisogonen“ Bastarde „spalten“ — sie scheinen nach DE VRIES' Angabe sehr selten zu sein — darf man wohl hier bei Seite lassen; nach ihnen kann sich die Terminologie nicht richten.

Ebenso würde ich die Ausdrücke „erbgleich“ und „erbungleich“ gerade umgekehrt angewandt haben; einen Erbsenbastard $A + a$, dessen Keimzellen entweder nur die Anlage A oder nur die Anlage a erhalten, hätte ich erbungleich, einen *Hieracium*-Bastard, bei dem alle Keimzellen die Anlage A und die Anlage a mit bekommen, erbgleich genannt. — Es ist ja richtig, dass im ersten Fall das „Erbe“ der beiderlei Keimzellen quantitativ gleich ist, aber es ist qualitativ verschieden; im zweiten Fall ist es aber quantitativ auch gleich und dazu auch noch qualitativ gleich. Zieht man das Erbe in Betracht, so kann man also nur nach der Qualität unterscheiden, und dann muss man, meiner bescheidenen Meinung nach, „gleich“ und „ungleich“ gerade umgekehrt anwenden, als es DE VRIES thut¹⁾.

Die dritte Bezeichnung, „echte“ und „unechte“ Bastarde lässt sich natürlich nicht auf die Merkmalspaare übertragen; „echte Merkmalspaare“ und „unechte Merkmalspaare“ zu sagen, hätte keinen Sinn.

DE VRIES identificirt MILLARDET's „faux“ hybrides mit seinen „unechten“ Bastarden. Sieht man aber genauer zu, so findet man, meines Erachtens, dass MILLARDET seine faux hybrides ganz anders definirt hat, als DE VRIES seine unechten Bastarde definirt. Ich muss diesen Punkt zur Sprache bringen, weil unsere verschiedenen Auffassungen der Grund waren, weshalb ich DE VRIES gegenüber die beschränkte Gültigkeit der MENDEL'schen Spaltungsregel so betonte, und weil die treffliche Originalarbeit MILLARDET's leider nicht so zugänglich ist, wie sie es verdiente, so dass nicht jeder sich selbst ein Urtheil bilden kann.

DE VRIES hat in seinen ersten einschlägigen Veröffentlichungen (I, II) von den Bastarden, für die jene Regeln allgemein gelten sollten, die faux hybrides MILLARDET's in einer Anmerkung ausgenommen, definirte aber nicht, was er darunter verstanden wissen wollte. Danach durfte man annehmen, er verstehe dasselbe darunter, wie MILLARDET.

Was wollte nun MILLARDET darunter verstanden wissen? Das sagt er selber ganz deutlich und an verschiedenen Stellen seiner Mittheilung, am ausführlichsten p. 18, zu Beginn des allgemeinen Theiles:

„J'espère avoir établi par ce qui précède que l'hybridation, contrairement à ce qu'on a cru jusqu'ici, n'est pas toujours accompagnée, dans l'hybride produit, d'un croisement et d'une modification des caractères spécifiques des deux espèces qui ont réagi l'une sur l'autre, mais qu'elle peut donner naissance à des individus sinon absolument identiques au père ou à la mère,

¹⁾ Auch in dem Verhalten während der vegetativen Entwicklung in der ersten Generation sind die Erbsenbastarde MENDEL's in Bezug auf ihr „Erbe“ nicht anders gestellt, als die *Hieracium*-Bastarde. Das Erbe besteht ja nicht ausschliesslich aus dem, was man an ihnen sieht.

du moins reproduisant d'une manière complète les types spécifiques de l'un ou de l'autre. Ce nouveau genre d'hybrides manque donc du caractère essentiel des hybrides qui est la réunion plus ou moins complète, dans un individu, et la modification des caractères de chacune des deux espèces composantes. Pour distinguer ces hybrides des hybrides normaux, on pourra se servir du terme de faux hybrides, et pour désigner l'opération dont ils sont le résultat, employer le mot de fausse hybridation ou pseudo-hybridation. On pourrait aussi désigner ce nouveau genre d'hybrides sous le nom d'hybrides sans croisement, et ces hybridations sous celui d'hybridations sans croisement.“ — Das Verhalten der Nachkommenschaft fand ich nirgends zur Charakterisirung herbeigezogen. Dass DE VRIES die faux hybrides anders auffasse, konnte man um so weniger annehmen, als er in der ersten Veröffentlichung (I) sie bei der Besprechung des Verhaltens während der vegetativen Entwicklung des Bastardes (durch eine Anmerkung) ausnahm, nicht bei der Besprechung der Keimzellbildung des Bastardes.

Erst in der letzten Mittheilung erfahren wir, was DE VRIES unter den „faux hybrides“ MILLARDET's verstanden wissen will. Die Bastarde, deren Merkmalspaare sich nicht (oder nach anderen Regeln) spalten: „Er (MILLARDET) schlägt für die sich nicht spaltenden Hybriden den Namen unechte Bastarde vor“ etc.

Das einzige Merkmal, das ich bei MILLARDET zur Charakteristik herbeigezogen finde, kommt für die Definition DE VRIES' gar nicht in Betracht, und das Merkmal, das DE VRIES als Characteristicum der faux hybrides angiebt, passt nach den veröffentlichten Beobachtungen MILLARDET's wohl für die ganz überwiegende Mehrzahl der Fälle, aber doch nicht für alle (Exemple 10, p. 13). Ich weiss erst seit ein paar Wochen privatim, durch die Liebenswürdigkeit MILLARDET's, dass sich hier ein Irrthum eingeschlichen hat¹⁾. DE VRIES mag das schon länger gewusst haben, veröffentlicht ist die Correctur aber nicht, und wer nur MILLARDET's Originalabhandlung kennt, kann nicht verstehen, warum DE VRIES die faux hybrides gerade so definirt. Hätte DE VRIES von vorn herein seine Definition mitgetheilt, so wäre jedes Missverständniss vermieden worden.

Es ist eine Frage für sich, ob es sich empfiehlt — auch jetzt, wo der Ausnahmefall beseitigt ist, und alle faux hybrides MILLARDET's nicht „spalten“ — mit DE VRIES ihren Begriff umzugestalten, sie, statt durch das Verhalten der Merkmale während der vegetativen Entwicklung, durch das während der Keimzellbildung zu definiren. Ich glaube es nicht, und zwar aus zwei Gründen, einem praktischen und einem theoretischen.

¹⁾ Es waren mit der zur Cultur verwandten Haideerde Samen der wilden *Fragaria vesca* eingeschleppt worden. Herr Prof. MILLARDET hat mir gütigst erlaubt, dies zu veröffentlichen.

Man darf zunächst doch wirklich Bedenken haben, weit mehr als die Hälfte der Bastarde (nach der Schätzung DE VRIES) „unechte Bastarde“ zu nennen, darunter jedenfalls viele der klassischen, z. B. *Nicotiana rustica* + *paniculata* (nach FOCKE, Pflanzenmischlinge (S. 277). Bastarde sind es doch alle¹).

Dann ist es gar nicht gesagt, dass die faux hybrides im Sinne MILLARDET'S homöogon, („unecht“ nach DE VRIES) sein müssen. DE VRIES selbst hat spaltende Individuen beobachtet. Das Verhalten während der vegetativen Entwicklung des Bastardes und das während seiner Keimzellbildung haben gar nichts mit einander zu thun (S. 56); man wird gewiss noch faux hybrides MILLARDET'S finden, die „spalten“, schizogon sind. Ich weise auch auf das Merkmalspaar: blaue Kleberschicht — weisse Kleberschicht beim Mais hin (S. 57); fielen hier die zahlreichen Mittelstufen weg, so dass nur die Extreme — ganz weisse und ganz blaue Körner — entstünden, so hätten wir einen faux hybride, der „spaltet“, und zwar nicht nach anderen Regeln und ausnahmsweise, sondern regelmässig, wie die Erbsenbastarde.

Es dürfte sich also aus verschiedenen Gründen empfehlen, die „faux hybrides“ auch fernerhin so zu definiren, wie es MILLARDET gethan hat, also durch das Verhalten bei der vegetativen Entwicklung des Bastardes, und Merkmalspaare, die sich spalten, schizogon, solche, die das nicht thun, homöogon zu nennen. Diese Ausdrücke lassen sich auch auf die Bastarde übertragen, die nur schizogone oder nur homöogone Paare vereinigen. Die Zahl der Bastarde aber, bei denen beiderlei Paare vorkommen, die also nach DE VRIES: „echt“ und „unecht“ zugleich sind, ist gewiss so gross, wie die Zahl jener. Ich hatte seiner Zeit gleich betont, dass bei den Erbsenbastarden nicht alle Anlagenpaare gespalten werden, bei den Bastarden des Mais ist es eine ganz allgemeine Erscheinung, dass die einen Merkmalspaare schizogon, die anderen homöogon sind, und einen ähnlichen Fall hat neuerdings auch DE VRIES für *Oenothera* beschrieben (III).

Litteratur.

- I. CORRENS, C. Untersuchungen über die Xenien bei *Zea Mays*. (Vorl. Mitthlg.). Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1899. **17**. 410. f. 29. Dec. 1899.
- II. —, G. MENDEL'S Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ebenda, 1900. **18**. 158.
- III. —, Referat über DE VRIES' und seine eigenen Beobachtungen über Mais-Xenien. Botan. Ztg., 1900. **58**. 235.
- IV. Ueber Levkoyenbastarde. Zur Kenntnis der Grenzen der MENDEL'Schen Regeln. Botan. Centralbl., 1900. **84**. 97.

¹) Streng genommen ist die Bezeichnung bei MILLARDET auch nicht ganz passend. Sie lässt sich aber eher verstehen: man sah seinen Bastarden nicht an, dass sie Bastarde waren.

- I. MENDEL, G., Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandl. d. naturf. Vereines in Brünn, 1866.
 - II. —, Ueber *Hieracium*-Bastarde. Ebenda, 1870.
 - I. MILLARDET, A., Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. Mém. Soc. Sc. phys. et natur. de Bordeaux, 1894, t. IV. 4. Série.
 - I. DE VRIES, HUGO, Sur la loi de disjonction des hybrides. Comptes rendus de l'Acad. des sc. Paris, 1900.
 - II. —, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Vorl. Mitth.). Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1900. **18.** 83.
 - III. —, Ueber erbungleiche Kreuzungen. (Vorl. Mitth.) Ebendort, 1900. **18.** 435.
 - I. WEBBER, HERBERT, J. Xenia, or the immediate effect of Pollen in Maize. U. S. Dep. of Agric. Div. of veg. Phys. and Pathol. Bull. Nr. 22, 1900, 12. Sept.
-

Bastarde zwischen Maisrassen

**Mit besonderer Berücksichtigung
der Xenien**

Von

Professor C. Correns

Privatdozent der Botanik in Tübingen

Mit 2 Tafeln



Stuttgart

Verlag von Erwin Nägele

1901

Alle Rechte vorbehalten.

Erschienen als Heft 53 der
Bibliotheca Botanica.

Vorwort.

Die Untersuchungen, über die im Folgenden berichtet werden soll, wurden vor 7 Jahren, im Frühjahr 1894, begonnen, mit der Absicht, Licht in die Frage nach den „Xenien“ FOCKE's (882), nach dem geheimnissvollen „directen Einfluss des Pollens auf die Frucht“, zu bringen. Dass vor allem der Mais ein passendes Object abgeben würde, war aus der Litteratur zu entnehmen, und es zeigte sich auch bald, dass die Wahl günstig war. Die meisten Ergebnisse stunden schon im Herbste 1897 fest, so vor allem, dass der directe Einfluss des Pollens nie über das Endosperm hinausgeht, doch konnte ich erst nach der Veröffentlichung meiner Untersuchungen über die ungeschlechtliche Vermehrung der Laubmoose im Herbst 1899 an ihre Verwerthung denken. Inzwischen hatten NAWASCHIN und GUIGNARD die doppelte Befruchtung entdeckt. Damit war für alle jene Xenien, wo ein Merkmal des Endosperms durch die Bastardbestäubung verändert wird, eine Erklärung gefunden. Ich halte es deshalb auch für kein besonderes Verdienst, sie in meiner vorläufigen Mittheilung (899) angewendet zu haben, gleichzeitig mit DE VRIES (899) und unabhängig von ihm. Es blieb aber nachzuweisen, dass sich der directe Einfluss des Pollens wirklich nur auf das Endosperm erstreckt, und manche Thatsache zu deuten, die sich mit dieser Erklärung zunächst schlecht zu vertragen schien und doch jedem auffallen musste, der nicht nur einen, passend ausgewählten Fall betrachtete. So, dass Form und Grösse des Endosperms unverändert bleiben, dass bei vielen Merkmalen die von der Mutter stammende Anlage einen stärkeren Einfluss bei der Entfaltung hat, etc.

Neben das Studium der directen Wirkung des Pollens, der „Xenien“, war bald auch das der Bastarde getreten. Die merkwürdigen Gesetzmässigkeiten, die sich dabei ergaben, liessen sich erst recht verstehen, als sie bei meinen Versuchen über die Bastarde zwischen Erbsenrassen ebenfalls, aber viel durchsichtiger, hervortraten. Es waren, wie ich später fand, die schon von MENDEL (866) aufgestellten Regeln. Die Windblüthigkeit und die Unfruchtbarkeit mit eigenem Pollen — mag sie nun nur darauf beruhen, dass der Pollen nicht auf die Narben derselben Pflanze gelangen kann (MC CLUER, 892, p. 101), oder mögen, was mir für manche Rassen sehr wahrscheinlich

ist, physiologische Gründe vorliegen — machen den Mais für solche Untersuchungen sehr ungeeignet, gegenüber den von Insecten kaum je erfolgreich besuchten, sich selbst befruchtenden Erbsen.

Die Versuche über die Xenien und jene über die eigentlichen Bastarde sollten ursprünglich als zwei selbständige Abhandlungen veröffentlicht werden. Einerseits das Interesse, das sich in neuester Zeit auf einmal für derartige Untersuchungen zu regen beginnt und eine möglichst rasche Veröffentlichung des gesammten Materials wünschenswerth erscheinen liess, andererseits die Möglichkeit, noch einige Merkmale des Endosperms auf ihr Verhalten zu prüfen, veranlassten mich im Frühjahr 1900, ein fast druckfertiges Manuscript „über die Xenien bei *Zea Mays*“ zurückzulegen, beide Arbeiten zu vereinigen und so zu veröffentlichen. — Vom theoretischen Gesichtspunkt aus hätten die beiderlei Versuche (die Abschnitte VII und X) zusammenhängend dargestellt werden müssen; es geschah aus praktischen Gründen nicht. Dass die direct wahrnehmbaren Eigenschaften eines Maiskornes von zwei Generationen geboten werden, wird stets einige Schwierigkeiten veranlassen. Die Veränderungen, die durch die blosse Anwesenheit des Bastardendosperms und Bastardembryos am Samen oder der Frucht, direct oder correlativ, verursacht sind, werden auch weiterhin dem Laien immer als etwas Besonderes auffallen und eine besondere Bezeichnung verlangen. Ich schlage vor, den Ausdruck „Xenien“ in diesem Sinne weiter zu gebrauchen. Die Wahrscheinlichkeit, dass er im alten Sinne für Veränderungen gebraucht werden müsste, die an eine Abgabe von Idioplasma vom Pollen, Embryo oder Endosperm an die Mutterpflanze denken liessen, ist fast gleich Null nach meiner Überzeugung, die sich auf sorgfältiges Studium der Litteratur und einige eigene Versuchsreihen stützt (vergl. p. 197).

Die beiden Versuchsgruppen sind ausserdem nicht ganz gleichwerthig, die relativ wenigen Merkmalskategorien, die bei den Xenien in Frage kommen, sind vollständiger studirt als die übrigen. Aber auch hier bleibt noch mancherlei zu ermitteln, in erster Linie das Verhalten der Merkmale aus der Kategorie VII (physikalische Beschaffenheit des Endosperms) und aus der Kategorie IX (Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm); ferner wäre eine genaue (makrochemische) quantitative Analyse der Xenien im chemischen Verhalten des Reservematerials im Endosperm (Kategorie VI) sehr erwünscht, an tadellosem, reifem Material.

Das Verhältniss der Merkmale beim Bastard kann erst dann studirt werden, wenn diese bei den Eltern genau bekannt sind. Ihnen ist ein langer Abschnitt gewidmet (IV); auch hier bleibt noch viel zu thun.

Einen grossen Theil der Angaben in der Litteratur habe ich fast werthlos gefunden, weil die Autoren die von ihnen benützten Rassen nur genannt, aber nicht oder ungenügend beschrieben haben. Ich habe deshalb die von mir

verwendeten im Abschnitt V in allen berücksichtigten Kategorien kurz aber genau charakterisiert.

Es bedarf vielleicht einer Begründung, warum ich alle meine Bestäubungsversuche und fast alle Bastardirungsversuche beschrieben und dann die Ergebnisse nochmals für die einzelnen Merkmalskategorien gesondert zusammengestellt habe. Es geschah, um zu zeigen, wie sich die Anlage¹⁾ für ein bestimmtes Merkmal z. B. für die blaue Kleberschicht, bei verschiedenen Rassen gegenüber der Anlage für ein anderes Merkmal derselben Kategorie, z. B. für die gelbe oder weisse Kleberschicht, bei anderen, wieder unter sich verschiedenen Rassen verhält. Meines Wissens existirt noch kein derartiges Material, im selben Verwandtschaftskreis gesammelt.

Dass man die Merkmale der zwei Stammsippen eines Bastardes möglichst zerlegen und bei diesem immer das Verhalten der zwei zur gleichen Kategorie gehörigen Merkmale vergleichen muss, wurde mit Recht von DE VRIES (899 u. f.) hervorgehoben, es fragt sich aber, ob man einen Schritt weiter gehen und behaupten darf, dass auch die Anlagen für ein Merkmal bei allen Sippen, die dasselbe besitzen, die gleichen sind, ob man annehmen darf, die Merkmale seien das Gegebene und die Rassen durch Combination dieser verschiedenen einfachen Elemente abzuleiten, sodass an Stelle der „Artkreuzung“ die „Kreuzung der Artmerkmale“ zu treten hätte (DE VRIES).

Das Ergebniss war zunächst, „dass eine bestimmte Eigenschaft . . . bei jeder Rasse, die sie besitzt, . . . auf jede andere Rasse, die diese Eigenschaft nicht besitzt, in gleicher Weise einwirke, wie verschieden diese bestäubten und bestäubenden Rassen sonst sein mögen“ (899, Satz 12), ein Ergebniss, das mit den Ansichten DE VRIES' über das Verhalten der Anlagen übereinstimmte. Erst ein genaueres Studium der Bastarde und Versuche mit einer damals noch nicht verwendeten Rasse (*leucoceras*) haben, wie wir sehen werden, gezeigt, dass das nur ganz annähernd gilt, dass sich die Anlagen für dasselbe Merkmal je nach der Rasse sehr merklich verschieden verhalten können, und dass auch innerhalb der Rasse die Individualität eine bedeutende Rolle spielen kann.

In diesem Punkte sind also die Ergebnisse gegenüber meiner vorläufigen Mittheilung geändert; sie sind es aber auch noch in einem zweiten Punkte, wie ich hier gleich bemerken will. Die Beeinflussung einer Rasse durch den

¹⁾ Mit Anlage bezeichne ich den Theil des Idioplasmas einer Sippe, dessen Ueberlieferung bei der Befruchtung — dessen Anwesenheit im Idioplasma des Bastardes — die Entfaltung eines bestimmten Merkmales während der Ontogenese bedingt, ohne damit eine concrete Vorstellung über ihre Beschaffenheit zu verknüpfen. Sicher ist, dass das Verhalten der Anlagen in einem complizirten Erbsenbastard mit lauter schizogonen Merkmalspaaren, wo sich die Merkmale der Eltern in allen möglichen Weisen combiniren, wie die bunten Körperchen in einem Kaleidoskop, die Annahme nahe legt, dass es sich um lauter selbständige Einheiten handle, wie DE VRIES will. Doch stösst man bei weiterem Verfolgen dieser Annahme bald auf Schwierigkeiten. Vergl. p. 90.

Pollen einer anderen ist nicht immer einseitig, so, dass Rasse I wohl auf Rasse II wirkt, Rasse II aber nicht auf Rasse I (Satz 10 und 11 der vorl. Mittheilung). Es ist das eher der seltenere Fall, und die gegenseitige Beeinflussung häufiger, freilich eine so ungleich starke, dass es gewöhnlich ganz den Anschein hat, sie sei einseitig. Auch hier haben erst die Versuche mit der Rasse *leucocerus* Klarheit gebracht.

Der XII., „allgemeine Ergebnisse“ überschriebene Abschnitt fasst nur einen Theil der im VIII. und XI. Abschnitt zusammengestellten Resultate zusammen; er wurde schliesslich noch durch einen Zusatz (V) erweitert, in dem die praktische Seite der Ergebnisse angedeutet wurde.

Ich habe mir Mühe gegeben, im Abschnitt II die Litteratur über Xenien und Bastarde möglichst vollständig zusammenzustellen und allen diesen Arbeiten gerecht zu werden. Bei jeder einzelnen Beobachtung aber die ganze Litteratur anzuführen oder auch nur stets den ersten Beobachter zu nennen, war aus verschiedenen Gründen ganz unmöglich.

Das Manuscript wurde Ende Februar abgeschlossen und Mitte März eingesandt. Was seitdem an einschlägigen Untersuchungen erschien, konnte nicht mehr berücksichtigt werden, so E. TSCHERMAK's „weitere Beiträge über Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen“ (Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1901) und den vorläufigen Bericht darüber (Bericht d. Deutsch. Botan. Gesellschaft., 1901, Heft 2), ferner GUIGNARD's Untersuchungen über die doppelte Befruchtung beim Mais (Journal de Botanique, XV. No. 2), der den histologischen Nachweis für die Befruchtung der unter sich gleichen Polkerne durch den zweiten Spermakern erbrachte, während im Uebrigen die Ergebnisse dem p. 194 Vorausgesagten entsprachen.

Da vorauszusehen war, dass die Arbeit, vor allem wegen der Herstellung der Tafeln, erst nach Monaten erscheinen konnte, gab ich in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XIX, Heft 3, kurz die Hauptergebnisse an und benützte die Gelegenheit, die Einführung der neuen Ausdrücke: „schizogon“ für Merkmalspaare, die bei der Keimzellbildung gespalten werden, und „homöogon“ für solche, die dabei vereinigt bleiben, gegenüber der von DE VRIES (900, e) verwendeten Terminologie zu rechtfertigen und gegen die Umgestaltung des von MILLARDET eingeführten Begriffes der „faux hybrides“ Verwahrung einzulegen. Ich gehe hierauf nicht nochmals ein, sondern verweise auf jene Mittheilung. — Die Bezeichnung der verschiedenartigen Merkmalspaare als Pisum-Typus, Hieracium-Typus etc., nach besonders charakteristischen Fällen ihres Vorkommens, schien mir zur Zeit am praktischsten. Ausser den p. 81 aufgeführten Haupttypen liessen sich noch andere, untergeordnete unterscheiden, so zum Hieracium-Typus ein *Fragaria*-Typus für Merkmalspaare vom Verhalten der bekannten Bastarde MILLARDET's.

Diese Nomenklatur kann natürlich auch auf die Bastarde übertragen werden, wenn sich die Eltern nur durch Merkmalspaare vom gleichen Typus unterscheiden.

Damit der Preis der Arbeit nicht zu hoch stiege, wurde die Zahl der farbigen Abbildungen möglichst beschränkt; es sind ausser den reinen Rassen fast lauter Xenienkörner abgebildet worden, die Früchte der Bastarde zeigen ihnen gegenüber in der Farbe nichts wesentlich Neues. Die Mehrzahl der Figuren der zweiten Tafel soll illustriren, welche Schwankungen in der Entfaltungstärke die Anlagen für dasselbe Merkmal (für Blau in der Kleberschicht) nach den Rassen und nach ihrem Zustande zeigt.

Die Versuche wurden zum grössten Theil im botanischen Garten der Universität angestellt, für die Erlaubnis zu seiner Benützung spreche ich auch an dieser Stelle dem Director, Herrn PROF. DR. VÖCHTING, meinen verbindlichsten Dank aus. Herr PROF. HEGELMATER hatte wiederholt die Güte, eine Anzahl Objecte in seinen Garten aufzunehmen, ein guter Theil musste Handelsgärtnern anvertraut werden. — Die Versuche werden mit specieller Berücksichtigung des Verhaltens der Merkmalspaare im Bastard, in den weiteren Generationen und bei der Rückkreuzung, fortgeführt. Ich hoffe, in einiger Zeit darauf zurückzukommen.

Tübingen, im Juli 1901.

Inhaltsübersicht.

Vorwort	p. 67
Inhaltsübersicht	p. 72
I. Abschnitt. Einleitung. Das Verhalten der Merkmale beim Bastard. Selbständige und unselbständige Merkmalskategorien. Ganz unselbständige, halbselfständige, selbständige und conjugirte Merkmale, p. 76. — Verhalten der Merkmale aus derselben Kategorie bei der Entfaltung während der vegetativen Entwicklung (homodyname und heterodyname Paare) und bei der Keimzellbildung des Bastardes (homöogone und schizogone Paare), p. 80. — Pisum-Typus, Zea-Typus, Hieracium-Typus der Merkmalspaare, ihr Verhalten in der ersten und den folgenden Generationen, Bastardirung mit den Eltern, Tripelbastarde, p. 82. — Der Spaltungsmodus der Anlagen bei der Bildung der Keimzellen, p. 88	p. 76
II. Abschnitt. Die Litteratur. A. Xenien. Litteratur vor BURGER, p. 92, — vor VILMORIN und KOERNICKE, p. 95, — die Arbeiten der Amerikaner, p. 97, die neueste Litteratur, p. 99. — B. Die Bastarde, p. 102	p. 92
III. Abschnitt. Die Technik der Versuche. A. Xenien, p. 104. — B. Bastarde p. 106.	p. 104
IV. Abschnitt. Die Merkmale der Früchte der Maisrassen. A. Die Gestalt der Körner (Kateg. I), p. 108. — B. Die Grösse der Körner (Kateg. II), p. 111. — C. Die Farbe der Körner, p. 114. a) Die Farbe der Fruchtschale (Kateg. III), p. 115. b) Die Farbe der Kleberschicht (Kateg. IV), p. 117. c) Die Farbe des übrigen Endosperms (Kateg. IV), p. 119. d) Die Gesamtfarbe der Körner, p. 121. — D. Die Beschaffenheit des Reservematerialies im Endosperm, p. 122. a) Die chemische Beschaffenheit des Endosperms (Kateg. VI), p. 123. b) Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms (Kateg. VII), p. 125. — E. Der Bau der Kleberschicht (Kateg. VIII), p. 131. — F. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm (Kateg. IX) p. 132.	p. 107
V. Abschnitt. Uebersicht der zu den Versuchen verwendeten Maisrassen. <i>R. acuminata</i> p. 135, <i>R. alba</i> p. 135, <i>R. coeruleodulcis</i> p. 136, <i>R. cyanea</i> p. 136, <i>R. cyanornis</i> p. 136, <i>R. dulcis</i> p. 137, <i>R. gilva</i> p. 137, <i>R. leucoceras</i> p. 137, <i>R. leucodon</i> p. 138, <i>R. nana</i> p. 138, <i>R. Philippi</i> p. 138, <i>R. rubra</i> p. 139, <i>R. vulgata</i> p. 139.	p. 134
VI. Abschnitt. Die Xenien bei reinen Rassen. (Die Ergebnisse im Jahr der Bestäubung. Endospermbastarde). Uebersicht p. 140. — Versuche, bei denen nur einerlei Pollen zur Bestäubung verwendet wurde p. 140. — Versuche, bei denen zweierlei Pollen verwendet wurde p. 171	p. 139

Alphabetisches Verzeichniss der Versuche 1—77.

	Vers.		Vers.		
<i>acuminata</i> × ¹⁾ <i>alba</i>	64	p. 166	<i>gilva</i> × <i>alba</i>	14	p. 146
<i>acuminata</i> × <i>coeruleodulcis</i>	67	p. 168	<i>gilva</i> × <i>coeruleodulcis</i>	61	p. 165
<i>acuminata</i> × <i>nana</i>	39	p. 153	<i>gilva</i> × <i>dulcis</i>	57	p. 162
<i>acuminata</i> × <i>vulgata</i>	37	p. 151	<i>gilva</i> × <i>Philippi</i>	26	p. 149
<i>alba</i> × <i>acuminata</i>	65	p. 167	<i>gilva</i> × <i>rubra</i>	25	p. 149
<i>alba</i> × <i>coeruleodulcis</i>	53	p. 161	<i>gilva</i> × <i>vulgata</i>	15	p. 146
<i>alba</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{coeruleodulcis} \\ \textit{vulgata} \end{array} \right.$	—	p. 171	<i>leucoceras</i> × <i>alba</i>	—	p. 153
<i>alba</i> × <i>cyanea</i>	7	p. 142	<i>leucoceras</i> × <i>coeruleodulcis</i>	70	p. 169
<i>alba</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{cyanea} \\ \textit{vulgata} \end{array} \right.$	73	p. 171	<i>leucoceras</i> × <i>cyanornis</i>	45	p. 155
<i>alba</i> × <i>cyanornis</i>	72	p. 171	<i>leucoceras</i> × <i>vulgata</i>	68	p. 168
<i>alba</i> × <i>dulcis</i>	32	p. 150	<i>leucodon</i> × <i>alba</i>	—	p. 151
<i>alba</i> × <i>gilva</i>	13	p. 146	<i>leucodon</i> × <i>leucoceras</i>	42	p. 154
<i>alba</i> × <i>leucoceras</i>	41	p. 153	<i>leucodon</i> × <i>vulgata</i>	62	p. 166
<i>alba</i> × <i>leucodon</i>	36	p. 151	<i>nana</i> × <i>acuminata</i>	40	p. 153
<i>alba</i> × <i>nana</i>	46	p. 155	<i>nana</i> × <i>alba</i>	47	p. 157
<i>alba</i> × <i>Philippi</i>	19	p. 147	<i>nana</i> × <i>coeruleodulcis</i>	66	p. 167
<i>alba</i> × <i>rubra</i>	3	p. 141	<i>nana</i> × <i>Philippi</i>	43	p. 154
<i>alba</i> × <i>vulgata</i>	11	p. 145	<i>nana</i> × <i>vulgata</i>	1	p. 141
<i>coeruleodulcis</i> × <i>alba</i>	54	p. 161	<i>Philippi</i> × <i>alba</i>	20	p. 148
<i>coeruleodulcis</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{coeruleodulcis} \\ \textit{vulgata} \end{array} \right.$	76	p. 172	<i>Philippi</i> × <i>cyanea</i>	30	p. 150
<i>coeruleodulcis</i> × <i>cyanea</i>	34	p. 151	<i>Philippi</i> × <i>nana</i>	44	p. 155
<i>coeruleodulcis</i> × <i>dulcis</i>	10	p. 145	<i>Philippi</i> × <i>rubra</i>	23	p. 148
<i>coeruleodulcis</i> × <i>leucoceras</i>	71	p. 170	<i>Philippi</i> × <i>vulgata</i>	5	p. 141
<i>coeruleodulcis</i> × <i>rubra</i>	58	p. 163	<i>rubra</i> × <i>alba</i>	4	p. 141
<i>coeruleodulcis</i> × <i>vulgata</i>	59	p. 163	<i>rubra</i> × <i>cyanea</i>	18	p. 147
<i>cyanea</i> × <i>alba</i>	8	p. 143	<i>rubra</i> × <i>dulcis</i>	50	p. 160
<i>cyanea</i> × <i>coeruleodulcis</i>	35	p. 151	<i>rubra</i> × <i>nana</i>	48	p. 159
<i>cyanea</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{cyanea} \\ \textit{vulgata} \end{array} \right.$	—	p. 172	<i>rubra</i> × <i>Philippi</i>	24	p. 148
<i>cyanea</i> × <i>dulcis</i>	51	p. 160	<i>rubra</i> × <i>vulgata</i>	21	p. 148
<i>cyanea</i> × <i>gilva</i>	29	p. 150	<i>vulgata</i> × <i>acuminata</i>	38	p. 152
<i>cyanea</i> × <i>Philippi</i>	31	p. 150	<i>vulgata</i> × <i>alba</i>	12	p. 145
<i>cyanea</i> × <i>rubra</i>	17	p. 147	<i>vulgata</i> × <i>coeruleodulcis</i>	60	p. 164
<i>cyanea</i> × <i>vulgata</i>	27	p. 149	<i>vulgata</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{coeruleodulcis} \\ \textit{vulgata} \end{array} \right.$	77	p. 172
<i>dulcis</i> × <i>alba</i>	33	p. 151	<i>vulgata</i> × <i>cyanea</i>	28	p. 149
<i>dulcis</i> × <i>coeruleodulcis</i>	9	p. 145	<i>vulgata</i> × <i>dulcis</i>	56	p. 162
<i>dulcis</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{coeruleodulcis} \\ \textit{vulgata} \end{array} \right.$	74	p. 172	<i>vulgata</i> × <i>gilva</i>	16	p. 147
<i>dulcis</i> × <i>cyanea</i>	52	p. 160	<i>vulgata</i> × <i>leucoceras</i>	69	p. 169
<i>dulcis</i> × <i>rubra</i>	49	p. 159	<i>vulgata</i> × <i>leucodon</i>	63	p. 166
<i>dulcis</i> × <i>vulgata</i>	55	p. 161	<i>vulgata</i> × <i>nana</i>	2	p. 141
			<i>vulgata</i> × <i>Philippi</i>	6	p. 142
			<i>vulgata</i> × <i>rubra</i>	22	p. 148
			<i>vulgata</i> × $\left\{ \begin{array}{l} \textit{vulgata} \\ \textit{cyanea} \end{array} \right.$	75	p. 172

VII. Abschnitt. Das Verhalten der einzelnen Merkmale einer Kategorie zu einander bei den Xenien (im Jahre der Bastardbestäubung). I. Die Form der Körner p. 173. — II. Die Grösse der Körner p. 174. — III. Die Farbe der Fruchtschale p. 176. — IV. Die Farbe des Endosperms p. 177. —

¹⁾ × Dieses Zeichen steht statt des von Focke (1882) eingeführten $\square \times \square$, das „bestäubt mit“ bedeutet und für Versuche über Xenien sehr praktisch ist; späterhin ist es durch $\#$ ersetzt. Bei Bastarden verbinde ich die Namen der Eltern durch +.

V. Die Farbe der Kleberschicht p. 179. — VI. Die chemische Beschaffenheit des Endosperms p. 181. — VII. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms p. 182. — VIII. Die Form der Kleberzellen p. 186. — IX. Das Gewichtsverhältnis zwischen Embryo und Endosperm p. 186. — Die Schnelligkeit des Keimens p. 187 p. 173

VIII. Abschnitt. Die Ergebnisse im Jahr der Bestäubung. Die Xenien. I. Die Thatsachen p. 188. — II. Die Erklärung als Endosperm-Bastardirung. Schwierigkeiten. Merkmale des Endosperms, die stets unverändert bleiben, Einfluss des Geschlechtes p. 191. — Ist die Vereinigung der Polkerne mit dem zweiten generativen Kern aus dem Pollenschlauch eine wahre Befruchtung? p. 194. — Teleologische Deutung der Endosperm-Bastardirung p. 194. — Die Mischung der Merkmale und WEBBER's Deutung p. 195. — III. Die übrigen Xenien. 1. Fälle, wo der Bastardembryo die Veränderung bedingt p. 196. 2. Fälle, wo das Bastard-Endosperm die Veränderung bedingt p. 196. 3. Fälle, wo die Veränderung sich jenseits von Embryo und Endosperm gezeigt haben soll p. 197 p. 188

IX. Abschnitt. Die Bastarde. (Die Ergebnisse im zweiten und dritten Jahr des Versuches.) I. Einfache Bastarde, p. 199. — Tripelbastarde p. 225 . . . p. 198

Uebersicht der Bastarde.

Einfache Bastarde.

	Vers.		Vers.
I. <i>R. alba</i> + <i>R. rubra</i> .		IV. <i>R. rubra</i> + <i>R. vulgata</i> .	
1. (♀ <i>R. rubra</i> + ♂ <i>R. alba</i>) × <i>R. alba</i>	78, p. 199	I. Generation.	
II. <i>R. alba</i> + <i>R. cyanea</i> .		1. ♀ <i>R. rubra</i> + ♂ <i>R. vulgata</i>	87, p. 204
I. Generation.		2. ♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i> a.	88, p. 204
1. (♀ <i>R. alba</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) × <i>R. alba</i>	79, p. 200	" " b.	89, p. 205
2. (♀ <i>R. cyanea</i> + ♂ <i>R. alba</i>) × <i>R. dulcis</i>	80, p. 200	II. Generation.	
II. Generation.		3. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i>) weiss	90, p. 205
3. (♀ (♀ <i>R. alba</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) + ♂ <i>R. alba</i>) weiss × <i>R.</i> <i>dulcis</i>	81, p. 200	4. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i>) gelb	91, p. 206
4. (♀ (♀ <i>R. alba</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) + ♂ <i>R. alba</i>) blau × <i>R. dulcis</i>	82, p. 200	5. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i>) a. tiefroth	92, p. 206
III. <i>R. cyanea</i> + <i>R. rubra</i> .		6. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i>) b. hellroth	93, p. 207
I. Generation.		7. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i>) a. hellgelb	94, p. 208
1. ♀ <i>R. cyanea</i> + ♂ <i>R. rubra</i> .	83, p. 200	8. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. rubra</i>) b. tiefgelb	95, p. 208
2. (♀ <i>R. rubra</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) a. schwarz	84, p. 201	V. <i>R. Philippi</i> + <i>R. rubra</i> .	
3. (♀ <i>R. rubra</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) b. roth	85, p. 202	1. <i>R. alba</i> × (♀ <i>R. rubra</i> + ♂ <i>R. Philippi</i>)	96, p. 209
4. (♀ <i>R. rubra</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) × <i>R. alba</i>	86, p. 203	VI. <i>R. cyanea</i> + <i>R. vulgata</i> .	
		I. Generation.	
		1. ♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>	97, p. 209
		2. (♀ <i>R. vulgata</i> + ♂ <i>R. cyanea</i>) × <i>R. vulgata</i>	98, p. 210

Vers.

3. *R. alba* × (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*) 99, p. 211

II. Generation.

4. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*) weiss 100, p. 213

5. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*) gelb 101, p. 213

6. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*) blauweiss 102, p. 214

7. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*) blaugelb 103, p. 214

VII. *R. alba* + *R. nana*.

I. Generation.

1. ♀ *R. alba* + ♂ *R. nana* . . . 104, p. 215

II. Generation.

2. (♀ *R. alba* + ♂ *R. nana*) gelb 105, p. 216

3. (♀ *R. alba* + ♂ *R. nana*) weiss 106, p. 217

VIII. *R. dulcis* + *R. rubra*.

I. Generation.

1. (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) × *R. dulcis* 107, p. 218

II. Generation.

2. (♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*) weiss, runzelig × *R. dulcis* 108, p. 219

Vers.

3. (♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*) weiss, glatt × *R. dulcis* 109, p. 219

4. (♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*) roth, runzelig × *R. dulcis* 110, p. 219

5. (♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*) roth, glatt × *R. dulcis* 111, p. 220

IX. *R. dulcis* + *R. vulgata*.

I. Generation.

1. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. dulcis* . . . 112, p. 220

X. *R. coeruleodulcis* + *R. vulgata*.

I. Generation.

1. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. coeruleodulcis*) blau × *R. dulcis* . . . 113, p. 221

2. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. coeruleodulcis*) gelb × *R. dulcis* . . . 114, p. 222

3. (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. coeruleodulcis*) blau × *R. coeruleodulcis* 115, p. 222

XI. *R. acuminata* + *R. alba*.

1. (♀ *R. alba* + ♂ *R. acuminata*) dunkelgelb × *R. alba* . . . 116, p. 223

2. (♀ *R. alba* + ♂ *R. acuminata*) hellgelb × *R. alba* 117, p. 224

II. Tripelbastarde.

XII. *R. alba* + *R. cyanea* + *R. dulcis*.

♀ (♀ *R. cyanea* + ♂ *R. alba*) + ♂ *R. dulcis*.

I. Generation. Vers.

1. (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss 118, p. 225

2. (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau 119, p. 226

3. (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss × (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau 120, p. 227

4. (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau × (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss 121, p. 228

5. (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss × *R. alba* 122, p. 230

6. (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau × *R. alba* 123, p. 230

7. *R. alba* × (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss 124, p. 231

Vers.

8. *R. alba* × (♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau 125, p. 231

II. Generation.

a. Nachkommenschaft von Vers. 118.

9. ((♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss) weiss, glatt 126, p. 231

10. ((♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) weiss) weiss, runzelig . . . 127, p. 232

b. Nachkommenschaft von Vers. 119.

11. ((♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau) blau, glatt 128, p. 233

12. ((♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau) weiss, glatt 129, p. 233

13. ((♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau) blau, runzelig 130, p. 233

14. ((♀ [♀ *c.* + ♂ *a.*] + ♂ *d.*) blau) weiss, runzelig . . . 131, p. 233

	Vers.
c. Nachkommenschaft von Vers. 120.	
15. ((♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) weiss + (♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) blau) blau, glatt × <i>R. alba</i>	132, p. 233
16. ((♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) weiss + (♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) blau) weiss, glatt × <i>R. alba</i>	133, p. 234
17. ((♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) weiss + (♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) blau) blau, run- zelig × <i>R. alba</i>	134, p. 234

	Vers.
18. ((♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) weiss + (♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) blau) weiss, runze- lig × <i>R. alba</i>	135, p. 234
d. Nachkommenschaft von Vers. 121.	
19. (♀ (♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) blau + <i>R. alba</i>) weiss × <i>R.</i> <i>alba</i>	136, p. 234
20. (♀ (♀ [♀ c. + ♂ a.] + ♂ d.) blau + <i>R. alba</i>) blau × <i>R.</i> <i>alba</i>	137, p. 234

X. Abschnitt. Das Verhalten der einzelnen Merkmale einer Kategorie zu einander bei den Bastarden. I. Die Form der Körner p. 235. — II. Die Grösse der Körner p. 236. — III. Die Farbe der Fruchtschale p. 236. — IV. Die Farbe des Endosperms p. 237. — V. Die Farbe der Kleberschicht p. 238. — VI. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm p. 241. — VII. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms p. 242. — VIII. Die Form der Kleberzellen p. 243. — IX. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm p. 243. — Das absolute Gewicht des Embryo p. 244. — Die Grösse der Pflanze. — Die Grösse der Kolben. — Angaben aus der Litteratur p. 244. — Uebersicht p. 245 . . . p. 235

XI. Abschnitt. Die Ergebnisse der Bastardirungsversuche. I. Das Verhalten der Merkmale einer Kategorie bei der Entfaltung p. 245. — II. Das Verhalten der Merkmale bei der Bildung der Keimzellen p. 246. — Weitere Sätze p. 246. — Zusatz zu Satz 11 (der Zeitpunkt der Spaltung bei schizogonen Anlagenpaaren) p. 247 p. 245

XII. Abschnitt. Die allgemeinen Ergebnisse p. 249

Litteraturverzeichniss p. 258

Figurenerklärung zu Taf. I und II p. 261

I. Abschnitt.

Einleitung. Das Verhalten der Merkmale der Eltern beim Bastard.

Selbständige und unselbständige Merkmalskategorien. Ganz unselbständige, halb selbständige, selbständige und conjugirte Merkmale. — Verhalten der Merkmale aus derselben Kategorie bei der Entfaltung während der vegetativen Entwicklung (homodyname und heterodyname Paare) und bei der Keimzellbildung des Bastardes (homöogone und schizogone Paare). *Pisum*-Typus, *Zea*-Typus, *Hieracium*-Typus der Merkmalspaare, ihr Verhalten in der ersten und den folgenden Generationen; Bastardirung mit den Eltern, Tripelbasterde. — Der Spaltungsmodus der Anlagen bei der Bildung der Keimzellen.

1. Wir können die Merkmale, durch die sich die Sippen¹⁾ unterscheiden, in **Kategorien** bringen; die Merkmale jeder Kategorie beziehen sich auf einen bestimmten Punkt, z. B. die Farbe der Fruchtschale, des Endosperms, die Grösse der Frucht u. s. w.; jede Sippe liefert ein Merkmal für die Kategorie, das gleich oder verschieden von dem einer andern Sippe sein kann.

Manchmal bilden zwei oder mehr Merkmale bei derselben Sippe zusammen ein scheinbar einheitliches Merkmal. Das ist nicht immer so deutlich, wie bei einer ziegelrothen Blütenfarbe, die durch rothen Zellsaft und gelbe Chromatophoren hervorgebracht wird, oder bei der Farbe des ganzen Maiskornes, wo z. B. „schwarz“ durch das Zusammenwirken einer rothen Fruchtschale, einer blauen Kleberschicht und eines gelben oder weissen Endosperms zu Stande kommt. Für das Studium der Vererbung müssen solche scheinbar einfachen Merkmale soweit als möglich zerlegt werden. Dies ist in neuester Zeit besonders von DE VRIES betont worden (z. B. 900, b, p. 89), wurde aber wohl schon von jeher nach Kräften gethan; wie weit es gelingt, hängt vom Stande unseres Wissens ab.

In anderen Fällen bilden mehrere Merkmale von verschiedenen Sippen eine scheinbar einheitliche Kategorie. Am auffälligsten ist das bei der Kategorie: „Form“ der Körner. Hier können wir zunächst, wenn wir nur die Extreme berücksichtigen, runde glatte, ganz runzlige, an der

¹⁾ Ich gebrauche hier und im Folgenden mit NAEGELI (884, p. 10) das Wort „Sippe“ dann, wenn es unentschieden bleiben soll, ob es sich bei einer „systematischen Einheit“ um eine Art, eine Varietät, eine Rasse etc. handelt.

Spitze runzlige und spitzige Körner unterscheiden. Wir merken aber bald, dass darunter zwei Kategorien stecken, nach der Umrissform: 1) runde und spitze, nach der Beschaffenheit der Oberfläche, 2) glatte und runzlige. Bei weiterem Zusehen findet man dann, dass diese zweite Kategorie wieder zerlegt werden muss, je nachdem 2)a die chemische Beschaffenheit des Endosperms (ganz runzlige Körner) oder 2)b die physikalische Beschaffenheit des Endosperms das Runzligwerden bedingt. Körner mit ganz wenig mehligem Endosperm gehen ebenfalls auf zweierlei Weise aus solchen mit dem gewöhnlichen Verhältnis von mehligem und glasigem Endospermtheil hervor, etc.

Man kann des „Zerlegens“ auch zu viel thun; auch die einfachste Blattform können wir uns nicht durch eine Anlage für die „Breite“ und eine Anlage für die „Länge“ vererbt denken.

2. Nach dem gegenseitigen Verhalten der Merkmale bei derselben Sippe kann man selbständige und abhängige Merkmale unterscheiden (und folglich nach dem gegenseitigen Verhalten der Kategorien in einer Sippengruppe selbständige und abhängige Kategorien).

I. Unter den abhängigen Merkmalen lassen sich wieder unterscheiden: ganz unselbständige und halbselbständige.

1) Das Auftreten der ganz unselbständigen Merkmale ist auf die Entfaltung der Anlage für ein Merkmal aus einer andern Kategorie zurückzuführen, es hat keine eigene Anlagen. Die Körner der Maisrasse *dulcis* unterscheiden sich von denen der Rasse *alba*:

- 1) Durch den grösseren Wassergehalt des reifen, aber noch nicht ausgetrockneten Kornes;
- 2) durch das Runzligwerden des Endosperms beim Austrocknen;
- 3) durch das geringere Gewicht des trockenen Kornes;
4. durch die mehr gelbliche Farbe und
- 5) durch die glasige Beschaffenheit des Endosperms, endlich
- 6) durch das grössere relative Gewicht des Embryos, dem Endosperm gegenüber.

Diese sechs Merkmale sind aber alle nur Folgeerscheinungen eines weiteren:

- 7) Der Ablagerung von Dextrin etc. im Endosperm, statt der Stärke.

2) Das Auftreten der halbselbständigen Merkmale ist auf die Entfaltung einer gemeinsamen Anlage, neben ihren eigenen Anlagen, zurückzuführen. Ein gutes Beispiel bieten die rothblühenden Erbsenrassen, die alle in den Blattachseln rothe Flecke haben, wie schon MENDEL (866) wusste. Beide Merkmale (rothe Blütenfarbe und rothe Flecke) besitzen eine gemeinsame Anlage, die zur Anthocyanbildung, brauchen aber noch besondere Anlagen, die den Ort, wo diese vor sich gehen soll, bestimmen. Solche halbselbständige Merkmale habe ich früher (900, d) weniger passend halbidentische (hemüidentische) genannt.

II. Unter den selbständigen Merkmalen lassen sich unterscheiden: freie und conjugirte. Zwei oder mehr selbständige Merkmale aus verschiedenen Kategorien, von denen jedes seine eigene Anlage besitzt, können sich im gegebenen Fall bei der Vererbung wie ein Merkmal verhalten. Ein sehr hübsches Beispiel liefern jene Levkojen-Sippen, die z. B. violette Blütenfarbe und rauhaarige Blätter, gelbliche Blütenfarbe und glatte, glänzende Blätter stets zusammen vererben (900, a, d).

Ganz unselbständige, halbselbständige und conjugirte Merkmale haben also das gemeinsam, dass sich eine Gruppe von Merkmalen bei der Vererbung wie eine Einheit verhält; sie können nicht immer unterschieden werden. Bei den ganz unselbständigen und den halbselbständigen findet man bei allen Sippen eines Verwandtschaftskreises in jeder Merkmalsgruppe stets dieselben Merkmale beisammen, bei den conjugirten bei den einen Sippen die einen, bei den andern die andern Merkmale. So giebt es ausser violettblühenden Levkojen mit rauhaarigen Blättern und gelblichblühenden mit glatten, glänzenden auch violettblühende Levkojen mit glatten, glänzenden Blättern und gelblichblühende mit rauhaarigen, während es keinen Zuckermais ohne glasiges Endosperm etc. giebt. Die ganz unselbständigen und die halbselbständigen unterscheiden sich endlich darin, dass für diese letzteren die eine, gemeinsame Anlage nicht genügt, beide Merkmale zur Entfaltung zu bringen.

Es kann also durch den Stand unserer Kenntnisse bedingt sein, dass wir zwei nicht trennbare Merkmale in die eine Klasse bringen, während sie eigentlich in die andere gehören würden. Nach dem Verhalten der meisten Rassen könnte man z. B. die Farbe der Fruchtschale und die der Klappen und Spelzen beim Mais (roth oder gelblichhyalin) als halbidentische Merkmale ansehen, gäbe es nicht die Rasse *erythrolepis* Bonaf. mit rothen Spelzen und Klappen und gelblichhyaliner Fruchtschale, so dass conjugirte Merkmale vorliegen. Deswegen darf man die drei Klassen doch nicht in einen Topf werfen.

3. Die Merkmale derselben Kategorie sind unter sich nur mehr quantitativ, resp. graduell, nicht mehr qualitativ verschieden, es handelt sich nur um ein Mehr oder Weniger derselben Eigenschaft. — Zwischen die extremen Merkmale, die wir bei zwei Sippen, I und II, finden, kann sich bei einer dritten, III, ein auf einer Mittelstufe stehendes einschieben etc. Ein gutes Beispiel dafür bietet die Färbung des Endosperms bei den Maisrassen, sie geht von Orange (*R. nana*) durch Gelborange (z. B. *R. vulgata*) und Hellgelb (*R. gilva*) bis (Gelblich-)Weiss (*R. alba*), in Folge der Ausbildung eines für die einzelne Rasse constanten, sonst verschiedenen Quantum desselben Farbstoffes. Solche Mittelstufen fehlen zuweilen, in die betreffende Kategorie gehört dann ein einziges Paar von Merkmalen, so ist es mit der chemischen Beschaffenheit des Endosperms.¹⁾

¹⁾ Nach KOERNICKE (885, I. p. 336) giebt es auch hier (in Peru) Mittelstufen.

4. Zwei Sippen, die wir mit einander bastardiren, unterscheiden sich durch ein einziges Merkmalspaar, oder durch zwei, drei . . . n Paare, aus einer Kategorie oder aus zwei, drei . . . n Kategorien. Jedes Paar bezeichnen wir (mit MENDEL) mit einem Buchstaben, den einen Paarling mit einem grossen ($A, B . . .$), den andern mit einem kleinen ($a, b . . .$). Wenn die Kategorien selbständig oder nur conjugirt sind, muss jedes Paar für sich untersucht werden. Wir fassen nun das Verhalten der Merkmale desselben Paares (dessen Paarlinge also von verschiedenen Sippen stammen) in's Auge. Es sind in erster Linie die Arbeiten MENDEL's (866, 870), die hierin Klarheit gebracht haben; vorgearbeitet haben vor allem SAGERET (826) und NAUDIN (864).

Wir unterscheiden zunächst bei dem Merkmalspaare A, a , dessen einer Paarling (A) also der Sippe I, dessen anderer Paarling (a) der Sippe II angehört, zwischen dem Verhalten während der vegetativen Entwicklung des Bastardes und dem Verhalten bei der Bildung der Keimzellen. Das eine hat gar nichts mit dem andern zu thun.

Bei der vegetativen Entwicklung kann man wieder zwei extreme Fälle unterscheiden. Im einen Fall verhindert die Gegenwart der Anlage des einen Merkmals (A) die des andern (a) ganz an der Entfaltung; der Bastard zeigt nur das Merkmal eines Elters (A), das aber in voller Stärke, das des andern Elters bleibt latent. Im andern Fall entfalten sich beide Merkmale neben einander; da sie nur quantitativ verschieden sind, muss eines das andere dabei herabsetzen; der Bastard zeigt ein neues, intermediäres Merkmal, das zwischen A und a steht, bald genau in der Mitte, bald näher dem Merkmal des einen oder des andern Elters, in extremen Fällen ihnen gleich kommend („faux hybrides“ MILLARDET's, nicht DE VRIES'). Merkmalspaare der ersten Art habe ich **heterodynam** genannt (900, **d**) und MENDEL (866, p. 11) das sich zeigende Merkmal dominirend, das latent bleibende recessiv, sie folgen der „Prävalenz-Regel“; Merkmalspaare der zweiten Art nannte ich **homodynam**.¹⁾ — Es unterliegt mir heute keinem Zweifel, dass beide Arten nicht principiell verschieden sind.²⁾ Sie kommen ausserdem neben einander unter den Merkmalspaaren desselben Bastardes vor.

Bei der Bildung der Keimzellen sind ebenfalls zwei Fälle zu unterscheiden. Im einen Fall tritt dabei eine Spaltung der Anlagen für die Merkmale auf, der Art, dass die Hälfte der Keimzellen des Bastardes nur mehr die Anlage für das Merkmal A , die Hälfte nur mehr die für das Merkmal a besitzt. Es

1) Eine derartige kurze Bezeichnung war durchaus nötig. Die termini „homodynam“ und „heterodynam“ sind schon vorher von WEISMANN (892, p. 346) in anderem Sinne gebraucht worden, je nachdem die Anlagen einer Kategorie, die bei der Befruchtung zusammenkommen, gleich (A und A , a und a) oder ungleich (A und a) sind.

2) Das schönste Beispiel dafür werden wir später kennen lernen, wo die Anlage A mit der Anlage a zunächst ein homodynames Paar bildet, nach der „Abspaltung“ im Bastard aber über das ebenfalls abgespaltene a fast dominirt.

gilt die „Spaltungsregel“. Im andern Fall tritt keine Spaltung ein, die Anlagen bleiben (im selben gegenseitigen Verhältniss) in den Keimzellen des Bastardes beisammen, die also *A* und *a* enthalten. Merkmalspaare der ersten Art kann man **schizogon** (isogon nach DE VRIES, 900, e, p. 437) nennen, sie folgen der Spaltungsregel; solche der zweiten Art **homöogon** (anisogon nach DE VRIES).

Uebergänge sind beim selben Paare nicht denkbar, ausser in der Form, dass zuweilen die Spaltung eintritt, zuweilen unterbleibt. Solche Fälle hat neuestens DE VRIES für *Oenothera* beschrieben (900, e). Dagegen kommt es ganz allgemein vor, wie ich (900, a, b) für Mais und Erbsen gezeigt habe, dass das eine Merkmalspaar eines Bastardes homöogon, das andere schizogon ist. Auch hierfür hat DE VRIES neuerdings ein Beispiel beigebracht.

Das Verhalten während der vegetativen Entwicklung hat mit dem während der Bildung der Keimzellen durchaus nichts zu thun. Berücksichtigen wir bei jenem nur die Extreme, so können wir vier Combinationen unterscheiden:

	Vegetative Entwicklung	Keimzellbildung
1.	heterodynam.	schizogon.
2.	heterodynam.	homöogon.
3.	homodynam.	schizogon.
4.	homodynam.	homöogon.

Davon ist die erste und die letzte durch MENDEL bekannt gemacht worden; er fand jene bei den Erbsenrassen — man könnte sie demnach den **Pisum-Typus** nennen¹⁾ — diese bei den Hieracien — sie mag der **Hieracium-Typus** heissen. Beispiele für die dritte liefern z. B. der Mais und die Levkojen — sie soll der **Zea-Typus** heissen — auf ihre Existenz wies ich (900, a, p. 160) hin.

Sicher ist, dass dieselben Merkmale, z. B. rothe und weisse Blütenfarbe im einen Verwandtschaftskreis homodyname, im andern heterodyname Paare bilden können (wahrscheinlich auch homöogone und schizogone²⁾), ebenso, dass heterodyname Paare viel häufiger sind bei Bastarden naheverwandter Sippen als bei solchen entfernter verwandter (900, a, d).

Wir müssen nun das Verhalten der Merkmalspaare in der ersten und den folgenden Generationen des Bastardes bei den vier Typen verfolgen.

¹⁾ Dem Pisum-Typus dürfte auch das Merkmalspaar Tanzen — Nichttanzen bei den Bastarden zwischen der weissen Hausmaus und der japanischen Tanzmaus folgen, wie ich aus v. GUAITA'S Angaben entnehme.

²⁾ Nach DE VRIES (900, e) kann dasselbe Paar bei den selben zwei Sippen „isogon“ und „anisogon“ sein.

I. Typus (Pisum-Typus).

Das Merkmalspaar ist **heterodynam** und **schizogon**.

In der ersten Generation gleicht der Bastard ganz dem einen Elter, das das dominirende Merkmal (A) besitzt; das recessive Merkmal des andern Elters (a) ist latent. Der Bastard bildet 50% der (♀ und ♂) Keimzellen mit der Anlage für das dominirende und 50% mit der für das recessive Merkmal aus. Bringt der Zufall bei der Selbstbestäubung die Keimzellen zusammen,

$$A + A \quad A + a \quad a + A \quad a + a$$

so kommt in der Hälfte der Fälle (50%) Gleiches zu Gleichem, A zu A und a zu a , und zwar wieder gleich oft (25% und 25%) A zu A und a zu a ; in der Hälfte der Fälle (50%) Ungleiches, A zu a und a zu A . Wir haben also in der zweiten Generation von den Individuen

- Klasse I. 25% nur mit der dominirenden Anlage,
- Klasse II. 50% mit beiden Anlagen und
- Klasse III. 25% mit der recessiven Anlage.

Weil aber das Merkmalspaar heterodynam ist, sind die Individuen der II. Klasse von denen der I. nicht zu unterscheiden, alle zeigen das dominirende Merkmal, während die der Klasse III das recessive zeigen; äusserlich sind nur zwei Klassen von Individuen kenntlich:

- (III.) 25% mit dem recessiven,
- (I, II.) 75% mit dem dominirenden Merkmal.

Die Individuen der I. und III. Klasse geben bei Selbstbefruchtung in Zukunft nur mehr Nachkommen mit dem recessiven (Klasse III) und dem dominirenden Merkmal (Klasse I), sie besitzen ja die Anlage für das andere Merkmal nicht mehr; die Individuen der Klasse II verhalten sich dagegen genau wie die der ersten Generation, sie bilden zweierlei (♀ und ♂) Keimzellen, in gleicher Zahl; durch Selbstbestäubung entstehen wieder drei Klassen von Nachkommen im Zahlenverhältniss 1 : 2 : 1, von denen die I. und die II. äusserlich nicht unterschieden werden können, u. s. f.

Nachstehende Schemata sollen das Ausgeführte erläutern; es ist dabei angenommen worden, jedes Individuum habe 4 Nachkommen, r ($= A$) bezeichnet die Individuen mit recessivem, d ($= a$) jene mit dominirendem Merkmal, A , giebt das thatsächliche Verhalten, B , seine Erklärung.

Unterscheiden sich die Eltern des Bastardes in zwei heterodynamen, schizogonen Merkmalspaaren, so zeigen die Individuen in der ersten Generation wieder alle die zwei dominirenden Merkmale, und sehen, wenn beide derselben Elternsippe angehörten, dieser völlig gleich.

Tabelle 1.

A.

Eltern	Bastard								
	I. Gen.	II. Gen.	III. Gen.	IV. Gen.	V. Gen.				
r	$d \dots$	$\left\{ \begin{array}{l} 1 r \dots \\ 2 d \dots \\ 1 d \dots \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4 r \dots \\ 2 r \dots \\ 4 d \dots \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 16 r \dots \\ 8 r \dots \\ 4 r \dots \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 64 r \\ 32 r \\ 16 r \\ 8 r \\ 16 d \\ 8 d \\ 16 d \\ 32 d \\ 64 d \end{array} \right.$				
						3	6	12	24
d									

B.

Eltern	Bastard								
	I. Gen.	II. Gen.	III. Gen.	IV. Gen.	V. Gen.				
rr	rd	$\left\{ \begin{array}{l} 1 rr \dots \\ 2 rd \dots \\ 1 dd \dots \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4 rr \dots \\ 2 rr \dots \\ 4 dd \dots \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 16 rr \dots \\ 8 rr \dots \\ 4 rr \dots \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 64 rr \\ 32 rr \\ 16 rr \\ 8 rr \\ 16 rd \\ 8 rr \\ 16 dd \\ 32 dd \\ 64 dd \end{array} \right.$				
						2	4	8	16
dd									

Bei der Bildung der Keimzellen trennen sich die Anlagen für die Merkmale wieder, 50% erhalten die für das Merkmal *A*, 50% die für das Merkmal *a* vom Paare 1 und, ganz unabhängig davon, 50% die für das Merkmal *B*, 50% die für das Merkmal *b* vom Paare 2. Die völlige gegenseitige Unabhängigkeit der Paare bedingt es dann, wie man leicht einsieht, dass viererlei (♀ und ♂) Keimzellen entstehen:

- 25% mit den Anlagen für die Merkmale *A* und *B*,
- 25% „ „ „ „ „ „ „ *A* „ *b*,
- 25% „ „ „ „ „ „ „ *a* „ *B*,
- 25% „ „ „ „ „ „ „ *a* „ *b*.

Findet nun Selbstbestäubung statt, und bringt der Zufall die Keimzellen zusammen, so treten 16 unter sich gleich häufige Fälle ein (die ♀ Keimzelle steht stets voraus):

$$\begin{array}{l}
 A, B + A, B = A, B_{(1)} \\
 A, B + A, b = A, B_{(1)} \\
 A, B + a, B = A, B_{(1)} \\
 A, B + a, b = A, B_{(1)}
 \end{array}
 \left|
 \begin{array}{l}
 A, b + A, B = A, B_{(1)} \\
 A, b + A, b = A, b_{(2)} \\
 A, b + a, B = A, B_{(1)} \\
 A, b + a, b = A, b_{(2)}
 \end{array}
 \right.$$

$$\begin{array}{l|l}
 a, B + A, B = A, B_{(1)} & a, b + A, B = A, B_{(1)} \\
 a, B + A, b = A, B_{(1)} & a, b + A, b = A, b_{(2)} \\
 a, B + a, B = a, B_{(3)} & a, b + a, B = a, B_{(3)} \\
 a, B + a, b = a, B_{(3)} & a, b + a, b = a, b_{(4)}
 \end{array}$$

Es ist gleich angegeben, wie das Individuum in der zweiten Generation aussehen wird; es lassen sich äusserlich 4 Klassen von Individuen (1, 2, 3, 4) unterscheiden. Die erste wird von 9 Fällen gebildet; die Nachkommen zeigen beide dominirende Merkmale (A, B). Die zweite und die dritte werden von je 3 Fällen gebildet; die Nachkommen zeigen je ein dominirendes und ein recessives Merkmal (A, b oder a, B). Die vierte besteht nur aus einem Fall, und die Nachkommen besitzen die beiden recessiven Merkmale (a, b). In der Individuenzahl verhalten sich die vier Klassen demnach wie 9 : 3 : 3 : 1.

In Wirklichkeit liegen jedoch 9 Klassen vor, vier davon enthalten je einen Fall: 1) A, A, B, B ; 2) A, A, b, b ; 3) a, a, B, B ; 4) a, a, b, b ; vier je zwei Fälle: 5) A, A, B, b ; 6) A, a, B, B ; 7) A, a, b, b ; 8) a, a, B, b ; und eine umschliesst gar vier: 9) A, a, B, b . Die Nachkommen dieser letzten (9ten) werden sich (als dritte Gener.) genau so verhalten, wie die der ersten Gener. (als zweite), sie werden viererlei Keimzellen bilden etc. Die Nachkommen der vier anderen von der zweiten Klassengruppe (5, 6, 7, 8) bilden nur zweierlei Keimzellen, es enthält ja jede Klasse nur mehr ein heterodynames Anlagenpaar: 5) (A, B und A, b) B, b ; 6) (A, B und a, B) A, a ; 7) (A, b und a, b) A, a ; 8) (a, B und a, b) B, b . Die Nachkommen der vier ersten Klassen (1, 2, 3, 4) dagegen bilden nur einerlei Keimzellen, geben also bei Selbstbestäubung eine constante Nachkommenschaft; von jedem Paare ist ja nur mehr eine Anlage, die dominirende oder die recessive, vorhanden.

Nun wird man selber ableiten können, wie sich der Bastard verhält, dessen Eltern sich in drei heterodynamen, schizogonen Merkmalspaaren ($A, a; B, b; C, c$) unterscheiden. Er ist in der ersten Generation auch einförmig, bildet achterlei Keimzellen ($A, B, C; A, B, c; A, b, C; A, b, c; a, B, C; a, B, c; a, b, C; a, b, c$), von jeder Sorte gleich viel:

$$\begin{array}{l}
 12,5\% \text{ mit den Anlagen für die Merkmale } A, B, C \\
 12,5\% \text{ „ „ „ „ „ „ „ } A, B, c \text{ etc.}
 \end{array}$$

Bei Selbstbestäubung treten 64 unter sich gleich häufige Fälle ein:

$$\begin{array}{l}
 A, B, C + A, B, C = A, B, C \quad A, B, c + A, B, C = A, B, C \\
 A, B, C + A, B, c = A, B, C, \quad A, B, c + A, B, c = A, B, C \text{ etc.} \\
 A, B, C + A, b, C = A, B, C, \text{ etc.}
 \end{array}$$

In Folge davon entstehen 8 äusserlich unterscheidbare Klassen von Individuen ($A, B, C; A, B, c; A, b, C; a, B, C; A, b, c; a, B, c; a, b, C; a, b, c$), die sich nach der Individuenzahl wie 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 verhalten, während

eigentlich 17 verschiedene Klassen unterschieden werden müssen, von denen 8, je aus einem Fall bestehende, (also je $\frac{100}{64} = 1,5625\%$ ausmachende) bei Selbstbestäubung eine constante Nachkommenschaft geben etc. etc.

Allgemein kann man sagen: Unterscheiden sich die Eltern in n Merkmalspaaren, so bildet der Bastard Keimzellen von 2^n erlei Art, die alle möglichen Combinationen darstellen, von jeder gleich viel, und die zweite Generation lässt 2^n erlei Individuen äusserlich unterscheiden.

Selbst wenn die Bastarde so fruchtbar sind, wie die reinen Sippen, und sich selbst befruchten, muss, so lange durch eine nur vom Zufall abhängige Selection die Individuenzahl eines Standortes die gleiche bleibt, die Zahl der Bastarde abnehmen, wie schon MENDEL fand. Unterscheiden sich die Stammsippen nur durch ein Merkmalspaar, so verschwindet die Bastardform am raschesten, in der zweiten Generation macht sie 50%, in der dritten 25%, in der vierten 12,5%, in der fünften 6,25%, in der n ten $\frac{100}{2^{n-1}}\%$ aller in der ersten Generation vorhandenen Bastardindividuen aus. Dass dies Verhalten von Bedeutung für die Frage ist, ob aus Bastarden Arten werden können, ist klar.

Ebenso leicht lässt sich voraussagen, was geschehen muss, wenn der Bastard, statt mit eigenem Pollen, mit dem eines seiner Eltern bestäubt wird. Unterscheiden diese sich durch ein einziges Merkmalspaar, und wird der Pollen des Elters benützt, das das dominirende Merkmal besitzt, so bekommen von den Individuen der zweiten Generation:

50% die Anlage für das dominirende allein ($A + A$),

50% die Anlagen für das dominirende und das recessive Merkmal ($a + A$).

Die beiden Klassen sind äusserlich nicht zu unterscheiden.

Wird dagegen der Pollen des Elters mit dem recessiven Merkmal verwandt, so erhalten von den Individuen der zweiten Generation:

50% die Anlage für das recessive allein ($a + a$),

50% die Anlagen für das dominirende und das recessive Merkmal ($A + a$).

Die beiden Klassen sind hier schon äusserlich zu unterscheiden, bei der einen sehen wir nur das dominirende, bei der andern nur das recessive Merkmal.

Das Resultat ist natürlich ganz das gleiche, wenn wir die Elternsippen, die mit dem dominirenden und die mit dem recessiven Merkmal, mit dem Pollen des Bastardes bestäuben.

Unterscheiden sich die Elternsippen in zwei Merkmalspaaren, so ist es natürlich von Einfluss, ob dieselbe Sippe beide dominirenden Merkmale

besitzt, oder die eine Sippe das des Paares 1, die andere das des Paares 2. Bei Benützung der schon früher verwendeten Bezeichnungen haben wir:

Elternsippen: $A B$ und $a b$.

$A, B + A, B = A, B$	$A, B + a, b = A, B$
$A, b + A, B = A, B$	$A, b + a, b = A, b$
$a, B + A, B = A, B$	$a, B + a, b = a, B$
$a, b + A, B = A, B$	$a, b + a, b = a, b$
$100\% A B$	$25\% A, B$
	$25\% A, b$
	$25\% a, B$
	$25\% a, b$

Elternsippen: $A b$ und $a B$.

$A, B + A, b = A, B$	$A, B + a, B = A, B$
$A, b + A, b = A, b$	$A, b + a, B = A, B$
$a, B + A, b = A, B$	$a, B + a, B = a, B$
$a, b + A, b = A, b$	$a, b + a, B = a, B$
$50\% A, B$	$50\% A, B$
$50\% A, b$	$50\% a, B$

Die Zahl der äusserlich unterscheidbaren Individuenklassen schwankt also zwischen einer und vier; innerlich verschieden sind stets vier. Es würde zu weit führen, sollte für jede einzelne Klasse gezeigt werden, wie sich ihre Nachkommenschaft bei Selbstbestäubung verhält, es mag nur bemerkt werden, dass je eine Klasse von den vieren eine unveränderte Nachkommenschaft giebt.

Auch für den Fall, dass die Elternsippen sich in drei Merkmalspaaren unterscheiden, lässt sich das Verhalten des „rückkehrenden“ Bastardes leicht feststellen. Wird er z. B. mit dem Pollen einer Elternsippe bestäubt, die alle drei recessiven Merkmale in sich vereinigt, so erhält man acht Klassen von Individuen:

$$\begin{array}{l|l}
 A, B, C + a, b, c = A, B, C & A, b, c + a, b, c = A, b, c \\
 A, B, c + a, b, c = A, B, c & a, B, C + a, b, c = a, B, C \\
 A, b, c + a, b, c = A, b, c & a, B, c + a, b, c = a, B, c \\
 \\
 a, b, C + a, b, c = a, b, C & \\
 a, b, c + a, b, c = a, b, c &
 \end{array}$$

von denen jede gleich gross ist, also 12,5% der Gesamtzahl der Individuen umfasst.

Unterscheiden sich die Eltern nur in einem Merkmalspaare und wird der Bastard, statt mit dem eigenen Pollen oder dem einer der Elternsippen, mit dem einer dritten Sippe bestäubt, so entsteht doch unter keinen Umständen ein Tripelbastard, sondern nur zwei einfache Bastarde, der Individuenzahl nach gleich viel von jedem.

Nehmen wir an, die dritte Sippe unterscheide sich von den beiden ersten durch ein weiteres, derselben Merkmalskategorie angehöriges Merkmal (\mathfrak{a} , gegenüber A und a), so entstehen zwei Verbindungen $A + \mathfrak{a}$ und $a + \mathfrak{a}$; ihr Aussehen hängt davon ab, ob \mathfrak{a} über A und a , oder nur über a , oder über keines von beiden dominirt. Die Nachkommenschaft jener wird nichts mehr von a , die Nachkommenschaft von dieser nichts mehr von A zeigen.

Nehmen wir an, die dritte Sippe (III) unterscheide sich von den beiden ersten (I, II) in einer andern Merkmalskategorie, in der jene (I, II) unter sich übereinstimmen, während sie selbst (III) in der Kategorie, in der sich jene (I, II) unterscheiden, mit der einen (I) oder andern (II) von ihnen übereinstimmt, so entstehen wieder zwei Verbindungen, deren Aussehen davon abhängt, wie die dominirenden Merkmale vertheilt sind. Besitzen z. B. die Eltern des Bastardes die Merkmale $A b$ und $a b$, und die dritte Sippe die Merkmale $a B$, so entsteht aus der Verbindung $A b + a B$ zunächst $A B$ und aus der Verbindung $a b + a B$ $a B$; besäße die dritte Sippe die Merkmale $A B$, so entstünde $A B$ und $A B$, zwei äusserlich gleiche Producte. Von den Merkmalen der ersten Kategorie wird in den weiteren Generationen immer nur eines auftreten.

II. Typus.

Das Merkmalspaar ist **heterodynam** und **homöogon**.

In der ersten Generation gleicht der Bastard ganz dem einen Elter, dem, das das dominirende Merkmal besitzt; die zweite Generation und die folgenden gleichen ganz der ersten.

III. Typus (Zea-Typus).

Das Merkmalspaar ist **homodynam** und **schizogon**.

In der ersten Generation steht der Bastard zwischen den Eltern, indem er genau die Mitte hält oder sich dem einen oder andern nähert, wobei er sich in allen Individuen gleich verhält oder stark variirt. A und a geben \mathfrak{A} , ausnahmsweise geben sie A und a („faux hybrides“ MILLARDET's, nicht DE VRIES'). Der Bastard bildet aber zweierlei (♀ und ♂) Keimzellen, 50% besitzen nur mehr die Anlage für das Merkmal A , 50% nur mehr die Anlage für das Merkmal a , und wir erhalten bei Selbstbestäubung:

$$A + A = A \quad A + a = \mathfrak{A} \quad a + A = \mathfrak{A} \quad a + a = a,$$

jeden Fall gleich oft.

Es giebt also hier, wie beim *Pisum*-Typus, dreierlei Klassen von Individuen:

- Klasse I. 25% mit den Anlagen für das Merkmal A ,
- Klasse II. 50% mit den Anlagen für beide Merkmale A , a ,
- Klasse III. 25% mit den Anlagen für das Merkmal a ,

nur dass man hier, weil das Merkmalspaar *homodynam* ist, alle drei Klassen auch schon äusserlich unterscheiden kann.

Auch das weitere Verhalten ist ganz das gleiche wie beim *Pisum*-Typus: die Nachkommenschaft von Klasse I und III ist bei Selbstbestäubung ganz gleichförmig und zeigt nur mehr ein Merkmal, die von Klasse II spaltet sich wieder, genau, wie wir das eben für die erste Generation sahen, u. s. w. Ganz entsprechend ist auch das Verhalten, wenn sich die Stammsippen in zwei, drei oder mehr derartigen Merkmalspaaren unterscheiden, ferner das bei der Rückkreuzung mit stammelterlichem Pollen und das bei der Bestäubung der Stammsippen mit Bastardpollen. Es werden dabei zeigen:

- 50% der Nachkommen nur mehr das Merkmal A oder a , je nachdem die eine oder die andere Stammsippe benützt wurde,
- 50% der Nachkommen das intermediäre Verhalten \mathfrak{A} , gleichgültig, ob die eine oder die andere Stammsippe verwendet wurde, etc.

Auch die Zahl der Bastarde nimmt in der folgenden Generation, auch bei Selbstbefruchtung und trotz vollständiger Fruchtbarkeit, so rapid ab, wie beim *Pisum*-Typus.

IV. Typus (*Hieracium*-Typus).

Das Merkmalspaar ist *homodynam* und *homöogon*.

In der ersten Generation steht der Bastard zwischen den Eltern, indem er entweder genau die Mitte hält, oder sich dem einen oder andern Elter nähert, in allen Individuen gleichmässig, oder stark variirend. A und a geben \mathfrak{A} . Als Extrem ist beobachtet worden, dass die einen Individuen = A , die andern = a waren (MILLARDET, 894).

In der zweiten und den folgenden Generationen ist der Bastard gleichförmig; variirt er in der ersten, so ist, bei Selbstbestäubung, die Nachkommenschaft jedes Individuums unter sich und dem Elter gleich.

5. Wie erfolgt nun beim Bastard die Spaltung der Anlagen bei der Bildung der Keimzellen? Hierüber kann man sich wenigstens eine Vorstellung zu machen versuchen.

Im einfachsten Fall haben wir im Bastard nur ein schizogones Anlagenpaar. Das Zahlenverhältniss 1 : 1, in dem die Keimzellen mit der Anlage

A und jene mit der Anlage *a* auftreten, spricht, wie ich seinerzeit (900, a, p. 164, b, Sp. 232) hervorgehoben habe, dafür, „dass die Trennung bei einer Kerntheilung, der qualitativen Reductionstheilung WEISMANN's (892, p. 392) erfolgt.“ Ich wollte damit nicht sagen, sie erfolge durch eine Theilung, bei der die Chromosomen quer statt längs halbirt würden. Das qualitativ war rein physiologisch gemeint; ob die Kerntheilung in der von WEISMANN angenommenen Weise vom gewöhnlichen Verhalten abweicht oder nicht, hat meines Erachtens nichts damit zu thun, was ich freilich besser ausdrücklich gesagt hätte. Auf keinen Fall darf man, wenn andere Gründe dafür sprechen, mit STRASBURGER (900, b, p. 768), aus der Nichtexistenz dieses Theilungsmodus, — dessen Annahme von einer ganz bestimmten Vorstellung über die Vereinigung der elterlichen Iden ausging, die jedoch nicht die einzig mögliche ist —, auf die Nichtexistenz einer Theilung mit derartigem Resultat schliessen.

STRASBURGER hat des Weiteren eingewendet, dass bei der Ausbildung des ♀ Sexualapparates, auf die ich die Spaltung verlegte, nach jeder Theilung immer eine der beiden Zellen (die Schwesterzelle des Embryosacks) und damit einer der beiden Kerne (der mit der Anlage *A*, oder der mit der Anlage *a*) zu Grunde gehe, und dasselbe gilt, wie ich gleich selbst hinzufügen will, auch für die Ausbildung des ♂ Sexualapparates, wo nach meiner Annahme (900, b, Sp. 232) der generative Kern im Pollenkorn die eine, der Mutterkern der zwei generativen Kerne die andere Anlage erhält. „Nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung können auf solche Weise erst sehr hohe Zahlen eine Beziehung verrathen, wie sie schon bei kleinen Zählungen von Nachkommen der Rassenbastarde sich ergeben“ (STRASBURGER, l. c. p. 768). Ich hatte mir diesen Einwand selbst gemacht, ihn aber fallen lassen. STRASBURGER überschätzt offenbar die Genauigkeit, mit der die berechneten Zahlen mit den beobachteten übereinstimmen, solange diese letzteren klein sind; meine diesbezüglichen Angaben (900, a, p. 163) sind ihm, wie es scheint, entgangen.

Ein zweites Argument dafür, dass die Spaltung bei einer Kerntheilung erfolgt, glaube ich darin sehen zu dürfen, dass sie so vollkommen, man möchte sagen „reinlich“, erfolgt, was für eine vollständige Beseitigung des anderen Paarlings spricht. Rückschläge kommen bei den Individuen, die aus zwei gleichartigen Keimzellen (mit dominirenden oder recessiven Anlagen) entstanden sind, nach MENDEL's Versuchen und meinen eigenen mit Erbsenrassen nie vor. Dass nach der Spaltung die Stärke der Anlagen eine andere sein kann, als vorher (Abschnitt X, XII), liefert keinen stichhaltigen Einwand.

Es ist nicht zu vergessen, dass die Annahme, die Spaltung erfolge bei einer Kerntheilung, wirklich etwas erklärt: das Zahlenverhältniss 1 : 1, wenn man annimmt, die Chancen, erhalten zu bleiben, seien für beide Theilungsproducte gleich gross, $\frac{1}{2}$ (wie die Chancen, dass bei der Befruchtung gleichartige oder ungleichartige Keimzellen zusammen kommen); während

das Zustandekommen des Verhältnisses 1 : 1 durch „correlative Einflüsse“ ein Räthsel mehr aufgiebt. — Falls sich einmal herausstellen sollte, dass das Verhältniss $A : a$ in bestimmten Fällen constant von 1 : 1 abweiche (900, d, p. 104 Anm.; DE VRIES 900, e), so müsste man bloß annehmen, die Anlagen, und damit die Producte der Kerntheilung, hätten ungleiche Chancen, erhalten zu bleiben.

Die, beiden Eltern gemeinsamen Merkmale bieten keine Schwierigkeiten; diese Paare mit gleichen Paarlingen können ebenfalls gespalten werden, die Folgen würden sich nur nicht äusserlich bei den Nachkommen zeigen. Auch Bastarde mit lauter homöogonen Paaren verursachen keine.

Viel schwieriger wird das Problem, wenn wir statt eines Bastardes, dessen Eltern sich durch ein einziges schizogones Merkmalspaar unterscheiden, einen Bastard betrachten wollen, dessen Eltern durch zwei, drei oder mehr schizogone Paare differiren, wo nach der Spaltung alle möglichen Combinationen der Anlagen in gleicher Zahl auftreten, bei vier Paaren $A a, B b, C c, D d$, also $A B C D, a B C D, a b C D$, u. s. w. Hier müssen wir annehmen, diese Anlagen seien schon vor der Theilung in den Kernen räumlich verschieden gelagert, in all den Combinationen, die wir nachher finden, und alle Sorten von Kernen seien gleich häufig. Jede Anthere enthält Pollenkörner mit den verschiedensten Anlagencombinationen. Alle ihre Kerne stammen von einem oder einigen wenigen gleichartigen Kernen ab, die Umlagerung muss also in einer gewissen, relativ kurzen Zeit geschehen, vielleicht kurz vor der Spaltung. Stellen wir uns vor, die Anlagen der Sippe I: $A B C D$, und die der Sippe II: $a b c d$, kämen bei der Kernvereinigung in Kettenform neben einander zu liegen: $\begin{cases} A B C D. \\ a b c d. \end{cases}$ In diesem Zustand trennt die Längsspaltung nur die zusammengehörigen Anlagenpaare: $\begin{cases} A B C D \\ a b c d \end{cases}$ wieder (zygolyte Spaltung 900, d); würden vorher aber die Glieder der Ketten getrennt, A von B , B von C , a von b , b von c etc. (seirolyte Spaltung 900, d), würden die Anlagen desselben Paares ihre Stellen in den Ketten vertauschen können, und würde dabei das vom Zufall abhängige Endresultat das sein, dass in $1/16$ der Fälle die Lage die gleiche bliebe: $\begin{cases} A B C D \\ a b c d \end{cases}$, in $1/16$ bloß A mit a getauscht hätte: $\begin{cases} a B C D \\ A b c d \end{cases}$ in $1/16$ B mit b : $\begin{cases} A b C D \\ a B c d \end{cases}$, in $1/16$ A mit a und B mit b : $\begin{cases} a b C D \\ A B c d \end{cases}$ u. s. w., so würden bei der nun folgenden (zygolyten) Längsspaltung die Theilketten $A B C D$ und $a b c d$, $a B C D$ und $A b c d$, $A b C D$ und $a B c d$, $a b C D$ und $A B c d$ etc. entstehen.

Die grösste Schwierigkeit bildet, wie mir scheint, die Thatsache, dass das Keimplasma schizogone und homöogone Anlagenpaare enthalten kann; jene würden gespalten, diese verhielten sich wie bei dem gewöhnlichen Kerntheilungsmodus, wo jede Tochterzelle beide Anlagen eines Paares erhält.

Hiebei ist es gleichgültig, ob verschiedene, theils homöogone und theils schizogone Paare in demselben Individuum vorkommen, oder ob dasselbe Merkmalspaar bei den einen Individuen homöogon, bei den anderen schizogon ist (DE VRIES, 900, e). Auch sie lassen sich durch allerlei Hilfsannahmen beseitigen, doch will ich darauf hier noch nicht eingehen.

Jedenfalls weist das Verhalten der Anlagen da, wo mehrere schizogone Merkmalspaare in einem Bastard zusammentreffen, auf eine merkwürdige Selbständigkeit hin, und zeigt auch, dass die Erbmassen der beiden Eltern nicht während der ganzen Ontogenie getrennt neben einander existiren können, eine Annahme, die durch die bekannten Beobachtungen HÄCKER's¹⁾ an Cyclops nahe gelegt wird und durch die die „reinliche“ Trennung ihre Erklärung fände, wenn es bloß eine zygotische Spaltung gäbe: wenn alle Anlagen des ♂ von allen Anlagen des ♀ Elters abgespalten würden.

Ich möchte annehmen, dass die „Spaltung“, wie immer sie auch geschehen mag, keine Besonderheit der Bastarde ist, sondern stets bei der Bildung der Keimzellen, auch der normalen Pflanzen, eintritt, und zwar deshalb annehmen, weil zwischen „Bastardirung“ und „Kreuzung“ (im Sinne DARWIN's) gar keine Grenze gezogen werden kann, und die Spaltung gerade bei der Bastardirung näher verwandter Sippen (Rassen) oft eintritt, dagegen bei der ferner stehender Sippen (Species) mindestens selten ist (vergl. 900, d)²⁾. Wenn sie morphologisch charakterisirt ist, wird sich das ebenso gut bei dem Studium der reinen Sippen zeigen. Abnormitäten im Theilungsmodus, wie sie neuerdings JUEL³⁾ bei der Pollenbildung der *Syringa rothomagensis* (*S. persica* + *S. vulgaris*) nachgewiesen hat und (mit Reserve) als eine „Entmischung“ der hybriden Kernsubstanz anspricht, mögen die Sterilität des Pollens und der Eizellen verursachen, können aber gewiss nicht die gesetzmässige Vertheilung der Anlagen bedingen. Ja, man könnte eher annehmen, dass das Ausbleiben einer Spaltung, ihre Unmöglichkeit, die Unregelmässigkeiten in den Kernteilungen bedinge. Denn man kann — auch ohne eigene Untersuchung — mit Bestimmtheit behaupten, dass z. B. bei dem Bastard zwischen zwei Erbsenrassen, die nur durch die Farbe der Cotyledonen verschieden sind, also durch ein sich typisch spaltendes Merkmalspaar, die Bildung der Keimzellen morphologisch in nichts von der Bildung der Keimzellen bei den reinen Rassen abweicht.

Der muthmassliche Zeitpunkt der Spaltung soll im VIII. Abschnitt besprochen werden.

¹⁾ V. HÄCKER, Ueber die Selbständigkeit der väterlichen und mütterlichen Kernbestandteile u. s. w. Arch. mikr. Anat. Bd. 46. 1896. S. 607.

²⁾ Sie kommt zweifellos auch beim Menschen vor, verbunden mit Heterodynamie der Paarlinge.

³⁾ H. O. JUEL, Beiträge zur Kenntniss der Tetrudentheilung: II. Die Tetrudentheilung bei einer hybriden Pflanze. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. XXXV. Heft 4, p. 638.

Es liegt nahe, das Auftreten der Rückschläge bei den „dichotypen“ Gewächsen mit „ihren spontanen Combinationen zweier verschiedener Pflanzentypen auf einem und demselben Stock“ (Focke¹), für die der *Cytisus Adami* mit seinen *Laburnum*- und *purpureus*-Aesten das klassische Beispiel ist, durch eine „Spaltung“ zu erklären, die unter bestimmten Verhältnissen einmal vor der Keimzellbildung eintreten würde. Es ist aber noch gar nicht ausgemacht, ob es sich wirklich um eine Spaltung handelt, oder um eine Aenderung in der Entfaltungstärke je des einen Merkmals (*A*) den andern desselben Paares (*a*) gegenüber, um eine Verschiebung, bei der aus homodynamen Paaren von gewöhnlichem Verhalten solche vom Verhalten der „faux hybrides“ MILLARDET's (nicht DE VRIES') werde. (Aenderungen in der Entfaltungstärke kommen bei den Maisbastarden wirklich vor und werden in Abschnitt X und XII besprochen.) Würde es sich wirklich um eine Spaltung handeln, dann würde es schlecht um unsere Annahme, sie geschehe durch eine Kerntheilung, stehen, denn dass die „Trennung“, der z. B. ein *purpureus*-Zweig sein Entstehen verdankte, nicht gut in einer Zelle vor sich gehen kann, hat neuerdings BELJERINCK²) betont, es muss sich dabei wohl stets um die Abänderung einer ganzen Zellgruppe handeln. Die Entscheidung wird sehr schwer sein; dass die Nachkommenschaft der *purpureus*-Zweige *Cytisus purpureus*, die der *Laburnum*-Zweige *Cytisus Laburnum* ist (was übrigens noch nicht ganz sicher steht), würde sich mit beiden Annahmen vertragen, wenn die Merkmalspaare homöogon sind und die Entfaltungstärke unverändert bleibt.

II. Abschnitt.

Die Litteratur.

A. Die Xenien. Litteratur vor BURGER, — vor VILMORIN und KOERNICKE, — die Arbeiten der Amerikaner, — die neueste Litteratur. B. Die Bastarde.

A. Xenien.

Was bis Ende 1899 von richtigen Beobachtungen veröffentlicht wurde, geht mit wenig Ausnahmen nicht über die Angabe jener Veränderungen hinaus, die auf den ersten Blick auffallen. Nur BURGER, VILMORIN und, in weit grösserem Maasse, KOERNICKE suchten tiefer einzudringen, und die Mittheilungen dieses letzteren Forschers stehen durch die Zahl der Versuche und die Genauigkeit der Angaben weit über Allem, was bisher über Mais-

¹) Focke, W. O., Ueber dichotype Gewächse. Oesterr. Botan. Zeitschr. 1868, p. 139 u. f.

²) BELJERINCK, M. W., „On the development of Buds and Bud-variations in *Cytisus adami*“. Kon. Akad. van Wetens. te Amsterdam, Oct. 27. 1900.

Xenien publicirt wurde. Ich hätte mich bei Besprechung der Litteratur auf diese drei Autoren beschränken können; wenn ich trotzdem möglichst Alles bespreche, so geschieht das deshalb, weil die Originalarbeiten oder brauchbare Referate über sie oft schwer zugänglich sind.

Die ersten Angaben reichen bis in den Anfang des achtzehnten Jahrhunderts zurück. 1724 veröffentlichte DUDLEY Beobachtungen, die von KELLERMAN und SWINGLE (890, p. 346) wieder abgedruckt worden sind. Nachdem DUDLEY angegeben, dass die verschieden gefärbten Rassen des Mais, getrennt gezogen, sich rein fortpflanzen, theilt er mit, dass sich blauer Mais einerseits, weisser und gelber andererseits, in Reihen neben einander gezogen, „mischen und die Farben auswechseln; das ist, (1.) einige Kolben in den Reihen des blauen Maises werden weiss oder gelb sein, und (2.) einige in den Reihen des gelben oder weissen Maises blau.“ Diese Angaben sind, wie wir jetzt sagen können, wörtlich genommen, unrichtig; ganz weisse oder gelbe und ganz blaue Kolben können weder als „Xenien“, noch bei Bastardirung in der ersten Generation entstanden sein. Aber auch wenn die Kolben nur theilweise abgeändert waren, kann nur die eine Angabe (2) durch Xenienbildung veranlasst sein, die andere (1) müsste sich auf Bastarde beziehen.¹⁾

Die ersten wirklich brauchbaren Versuche stellte SAVI zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts an. Er säte (nach GALLESIO 1806, p. 95, Anm.) gelben und „schwarzen“ Mais — der etwa unserer Rasse *cyanea* entsprach — zusammen aus und überliess sie sich selbst; unter den Kolben, die er erhielt, waren welche, die gelbe, schwarze und gescheckte („striati“) Körner trugen, „sia disposti a file, sia alternati in altre foggie.“ Alles Weitere fehlt.

Wesentlich besser sind die etwa gleichzeitig angestellten Beobachtungen BURGER's (1808, p. 24—50). Dieser scharfsichtige und ungewöhnlich selbständige Beobachter wusste, dass weisser Mais durch den Pollen des gelben sofort gelb wird, und dass auch der Pollen des blauen Maises ähnlich blau färbt, dass aber der des rothen — BURGER's Rasse hatte weisses Endosperm, p. 50 — nie in dieser Weise wirkt. Er wusste auch, dass das Roth blos in der Haut des Kornes sitzt, das Blau in den „äusseren Theilen“ des eigentlichen Kornes; schabe man diese ab, so bekomme man ein gelbes Korn. Wegen der Seltenheit des Buches will ich die von den Xenien handelnden Stellen wörtlich citiren.

p. 24: „Steht eine einzige Pflanze mit blauen Körnern im Acker, so kann man gewiss sein, dass ein grosser Theil der Fruchtlähren einzelne blaue Körner haben wird.“

p. 43: „Wenn man weissen Mais cultiviren will, so muss man sich ja hüten, dass in der Nähe des damit besäten Ackers kein gelber oder anders gefärbter

¹⁾ DARWIN (868, 893, p. 448) citirt eine andere Abhandlung in den „Transactions“ aus der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts; an der angegebenen Stelle (1751/52, p. 206) und im ganzen Band kann ich aber nichts Einschlägiges finden.

Mais gepflanzt werde, weil der durch den letzteren verbreitete Samenstaub in den Fruchtföhren des weissen Maises zuverlässig eine Menge gelber Körner hervorbringen wird.“

p. 48: „Ich habe nie beobachtet, dass die rothen Maispflanzen ihre Farbe durch den Samenstaub auf weissen, gelben oder blauen Mais mit einer solchen Wirkung übertragen, dass man rothe Körner in einer Aehre, die aus gelben Maissamen erzogen worden, blos darum vorgefunden hätte, weil sie in der Nähe einer aus rothem Samen gezogenen Maispflanze gestanden hätte; aber häufig und fast gewiss verbreitet der blaue Mais seine Farbe auf weissen und gelben, und rings um eine einzelstehende blaue Maispflanze findet man Körner dieser Farbe in allen Aehren der benachbarten Maispflanzen.“

Der Einblick in die theoretische Bedeutung dieser Beobachtungen fehlt freilich bei BURGER, er ist aber auch zur damaligen Zeit nicht zu erwarten gewesen. Den Anfang zu ihrer Würdigung finden wir bei SAGERET, der aber bei seinen Versuchen ein negatives Resultat erhielt.

SAGERET (1826, p. 313) will einen weissfrüchtigen Mais mit dem Pollen eines gelbfrüchtigen bestäubt und einen Kolben mit weissen Körnern erhalten haben, erst die Bastardpflanzen hätten Kolben gegeben, deren Körner zur Hälfte weiss und zur Hälfte gelb gewesen seien („j'ai obtenu des épis à grains moitié jaunes et moitié blancs“). Beide Angaben stehen mit Allem im Widerspruch, was wir jetzt von Xenien und Bastarden des Mais wissen.

PUVIS (1837, p. 78) setzt sich in Gegensatz zu SAGERET, geht aber seinerseits wieder viel zu weit. Nach ihm haben sich schon im ersten Jahre, dem Jahre der Befruchtung, nicht nur die Farben der Körner durch die Bastardbestäubung geändert, es soll sich auch ihr Volumen vergrössert, der Kolben der kleinen Rassen verlängert haben. Eine eingehendere Beschreibung fehlt leider.

In BONAFOUS „Traité“ (1833) habe ich keine Angaben über Xenien gefunden, die grosse Monographie (1836) konnte ich mir nicht verschaffen.

Etwa gleichzeitig mit SAGERET stellte GÄRTNER (1827, p. 79, und 1849, p. 322 — beide Berichte stimmen in den uns hier interessirenden Punkten vollkommen überein) — einige Versuche an. Er bestäubte „*Zea Mays nana*“ mit kleinen, gelben Körnern“ mit dem Pollen von „*Zea Mays major*“ von grauer, rother und rothgestreifter Farbe der Samen“. Die graue Rasse entsprach wohl unserer *R. cyanea*, die zweite und dritte hatte gelbes Endosperm. Nur ein Kolben, der zur Blüthezeit mit dem Pollen der rothgestreiften Rasse bestäubt worden war, gab 5 Körner, die typische *nana*-Körner waren. Bei der Aussaat zeigte sich, dass wenigstens vier — aus dem fünften Korn ging eine steril ♂ Pflanze hervor — wirklich durch Bastardirung entstanden waren. Alle Pflanzen waren merklich grösser und trugen Kolben mit grösseren „Sa-

men“, als die *R. nana*, zwei lauter gelbe Körner, zwei neben vielen gelben eine Anzahl mehr oder weniger röthliche und graue Körner (der eine unter 288 Körnern 64, der andere unter 143 Körnern 34). — GÄRTNER schloss daraus, „dass die ursprüngliche Bastardbefruchtung äusserlich ganz gleiche, von denen der Stammutter nicht verschiedene Samen“ hervorbrachte, „welche erst in der weiteren Entwicklung der Keimpflanzen verschieden gefärbte Samen erzeugten.“ Zweifellos sind aber die Versuchsergebnisse so zu deuten: Die Bastardbestäubung konnte keine Xenien geben¹⁾, die grauen Körner des Bastardes waren dagegen Xenien, verursacht durch Pollen des „grauen“ Maises, den GÄRTNER in der Nähe gezogen haben muss. So hat er das, dessen Existenz er leugnete, thatsächlich unter den Händen gehabt.

OBERDIECK's (1844, p. 41—45) offenbar nur auf Hörensagen begründete Angabe, dass braune und gelbe Maiskörner, durcheinander gesät, Pflanzen mit Kolben hervorbrächten, die rothe und gelbe Körner gemengt trügen, ist schon von KOERNICKE (885, I. p. 345) zurückgewiesen worden.

VILMORIN (1867, p. 246), dem die Angaben früherer Beobachter unbekannt geblieben waren, stellte mit 12 Varietäten sehr sorgfältige Versuche an. Leider ist meines Wissens auf die vorläufige Mittheilung mit ihren allzu kurzen Angaben die in Aussicht gestellte, ausführliche Publication nicht gefolgt. Die Rassen — genannt wird nur eine, „Mais noir“, der sicher unserer *R. cyanea* entsprach, beschrieben keine — wurden 300—400 m von einander gepflanzt; Mauern und Bäume befanden sich dazwischen. Von jeder Sorte wurden 3 bis 4 Aehren bestäubt, nachdem sie kurz vor dem Austreten der Narben in leichte Flannelsäcke gesteckt und die äusseren, vielleicht schon mit Pollen belegten Hüllblätter entfernt worden waren. Dabei kam entweder der Pollen derselben Rasse oder der einer anderen, meist der des „Mais noir“ zur Verwendung; als Controlle blieb je eine Aehre unbestäubt. In den beiden ersten Fällen erhielt VILMORIN wenig Früchte, im letzten keine. Bei der Bestäubung mit dem Pollen einer fremden Rasse „zeigten die Körner häufig, aber nicht immer, die Eigenschaften ihrer Väter. Die Procentzahl dieser veränderten Körner war sehr schwankend, sie konnte zwischen 1% und 60% variiren.“ Es wird aber nur die Farbe, nicht die Form der Körner modificirt. Weiteres fehlt.

Die niedrige Procentzahl der abgeänderten Körner zeigt mit aller Bestimmtheit, dass VILMORIN entweder mit ganz unreinen Rassen experimentirte, oder dass, was wahrscheinlicher ist, trotz aller Vorsichtsmassregeln, rasseneigener Pollen Zutritt hatte. Da die Pflanzen nicht castrirt wurden, musste die Aussenseite der Flannelsäcke Pollen festhalten und beim Abnehmen an die Narben abgeben können.

¹⁾ Weil die beiden Rassen nur in der Grösse der Körner und der Farbe der Fruchtschale verschieden waren.

Ungefähr gleichzeitig stellte HILDEBRAND einige Versuche an (1867, p. 101 des Correspondenzblattes; 1868, Sp. 325 u. f.). Auch er castrirte, wie es scheint, die Versuchsobjecte nicht, schützte aber die Narben durch Papierhülsen. Maispflanzen, aus gelben Körnern gezogen, brachten, mit eigenem Pollen bestäubt, wieder Kolben mit lauter gelben Körnern hervor, mit dem Pollen einer Rasse mit rothen, rothbraunen (1867) oder braunen (1868) Körnern von gleicher Form und Grösse bestäubt dagegen Kolben, an denen unter den gelben (oder helleren!) Körnern zerstreut schmutzigviolette standen (etwa 50% der Gesamtzahl). In dem rothbraunen Mais muss also Blau gesteckt haben, wahrscheinlich entsprach er der Verbindung *Philippi* + *Cyanea*; auch war eigener Pollen gewiss nicht ausgeschlossen. Des Weiteren soll aber eine Aehre lauter gelbe Körner hervorgebracht haben, die Spindel sei aber auf einer Seite rothbraun geworden. Der betreffende Kolben entstand jedoch sicher durch die Bestäubung mit rasseeigenem Pollen, sonst hätten die Körner selbst etwas verändert werden müssen, und das Roth der Spindel trat als Rückschlag oder Variation auf.

Nach DARWIN (893, p. 431) hat auch ein MR. ARNOLD in Canada einen einschlägigen Versuch gemacht¹⁾: Er bestäubte einen ♀ Blütenstand („a female flower“) erst mit dem Pollen einer gelben Rasse und dann mit dem einer weissen, und wollte einen Kolben erhalten haben, in dem jedes Korn unten gelb und oben weiss war. Was für eine Rasse die ♀ Aehre lieferte, ist nicht gesagt. Wahrscheinlich war es ein weisser Pferdezaunmais und nur der Pollen der gelben Rasse wirksam, so dass alle Körner gelb wurden; oben waren sie heller, weil der hornige Theil des Endosperms hier dünner war.

Die Beobachtungen KOERNICKE's (1872, p. 64, und 1885, p. 330), hauptsächlich während der siebziger Jahre angestellt, sind, wie schon betont, die besten bisher veröffentlichten.²⁾ Er zog zuerst, neben den Variationen in der Färbung der Körner, auch die in der chemischen Beschaffenheit des Endosperms in Betracht, doch blieben Grösse und Form der Körner noch unberücksichtigt. Leider hat er das bei der sonst so grossen Sorgfalt ganz unbegreifliche Versehen begangen, beim gelben Korn den Sitz der Farbe in der Fruchtschale statt im Endosperm zu suchen. Dieser Irrthum war nicht nur bei einigen Einzelbeobachtungen verhängnissvoll, er hinderte ihn auch, die Fälle, in denen Xenienbildung zwischen Rassen mit verschieden gefärbten Körnern eintritt, einfach zu formuliren; er hätte schon angeben können, dass sie auf das Endosperm beschränkt ist.

¹⁾ DARWIN citirt hiezu eine Abhandlung von STOCKTON HOUGH (874), die mir unzugänglich war.

²⁾ Die zweite, weitaus wichtigere Publication ist leider wenig beachtet worden; DE VRIES (900, c) und WEBBER (900) kennen nur die erste.

HARZ (1885, p. 70) bestäubte drei castrirte Pflanzen einer gelbfrüchtigen Rasse mit dem Pollen einer danebenstehenden weissfrüchtigen. Zur Zeit der Reife waren die Körner blasser gelb als das Saatgut.

Von 1877 an haben sich verschiedene amerikanische Botaniker mit der Frage nach dem directen Einfluss der Pollens auf die Beschaffenheit der Frucht beim Mais beschäftigt. Sie haben aber ihre Beobachtungen meist an Stellen veröffentlicht, die in Europa unzugänglich sind; in JUST's Jahresbericht sind nur ganz wenige referirt. Zum Glück haben KELLERMAN und SWINGLE (890, c, p. 346) sich der Mühe unterzogen, in einer, freilich ebenfalls nur schwer erhältlichen Publication das bis zum Jahre 1889 Erschienene kurz referirend zusammenzustellen. An sie halte ich mich, wo ich die Originalarbeiten nicht einsehen konnte.

BEAL's Versuche (1877, 1878) ergaben, dass gewöhnlicher, gelber, stark glasiger Mais (Smutnose Yellow Flint Corn) durch die Bestäubung mit dem Pollen von gelbem Pferdezahnmals (Yankee or Jersey Dent) nicht im geringsten verändert wurde — wenigstens äusserlich. Die Aussaat zeigte, dass die Bastardirung wirklich gelungen war. Die umgekehrte Bestäubung wurde nicht ausgeführt.

Später (1879) pflanzte BEAL 6 verschiedene Rassen durcheinander und überliess sie sich selbst zur gegenseitigen Bestäubung; jede Aehre zeigte Körner, die einigen anderen Varietäten entsprachen. Da zwei Rassen eine blaue Kleberschicht, zwei ein weisses Endosperm, zwei Dextrin statt Stärke besaßen, ist dies Resultat wohl verständlich; dass die rothbraune *King Philipp*-Rasse unverändert blieb, mag ein Zufall gewesen sein. Alles Nähere fehlt.

In dem von MEEHAN (1884) demonstirten Fall, wo ein (creamy-)weisser Maiskolben auf einer Seite fast lauter bräunlichrothe Körner trug, handelte es sich gewiss nicht um den directen Einfluss fremden Pollens.

LAZENBY (1885) fasste das Ergebniss seiner Versuche (1882, 1883, 1884) dahin zusammen, „dass reine (well established) Varietäten die Wirkung der Bastardirung im ersten Jahr in keinem abschätzbaren Maasse zeigen“, dass sie sich aber stets im darauffolgenden Jahr am Bastard äussere. Da LAZENBY 1882 Zuckermals mit Pferdezahnmals und gewöhnlichem, hornigem Mais bestäubte, die zu bestäubenden Pflanzen castrirte, und bei der Aussaat wirklich Bastarde entstanden, ist diese Angabe ganz unverständlich und nur durch die Wirkung einer vorgefaßten Meinung erklärbar.

Aehnlich summarisirte STURTEVANT 1884 seine Erfahrungen (1882, 1883), doch nimmt er den Zuckermals eigens aus. Bastarde sollen den Einfluss der „current cross-fertilization“ oder „current hybridization“ mehr zeigen, als reine Rassen, die „Rassen“ mehr als die „agricultural species“, die „Varietäten“ einer Rasse mehr als die Rassen einer „Species“. Dabei bestehe eine Tendenz, die elterlichen Merkmale getrennt, nicht gemischt, hervorzubringen.

Am leichtesten könne die Farbe von einer „Species“ auf die andere übergehen, Roth am schwersten. „Kernels can be partly fertilized by several kinds of pollen.“ Spätere Mittheilungen STURTEVANT's (1885, e; 1886) scheinen dem gegenüber wenig Neues zu bringen.

CROZIER (1887) beobachtete, dass Zuckermais (STOWELL's Evergreen) durch die Bestäubung mit gelbem Pferdezahnmals (Yellow Hathaway) sofort verändert wird, dasselbe sah HAYS (1889), als er Zuckermals mit dem Pollen von Pferdezahnmals und gewöhnlichem Mais (flint-corn) bestäubte. BURRILL (1887) will dagegen bei rothem Popkorn durch die Bestäubung mit weissem und gelbem gewöhnlichem Mais sofort weisse Fruchtschalen bei einem Drittel der Aehren erzielt haben, sein Saatgut war aber offenbar schon bastardirt. Nach TRACY (1889) soll das Endosperm eines mehligens Maises (Cuzco corn) durch die Bestäubung mit dem Pollen des Zuckermals (Black Mexican) die Beschaffenheit des Zuckermals-Endospermes angenommen haben, eine Angabe, die ich nicht controlliren konnte, die mir aber nicht sehr wahrscheinlich ist. Die zwei gut entwickelten Aehren zeigten viele schwarze, runzlige Körner, andere, die weiss und runzlig waren, und noch andere, die weiss und glatt waren.

Bei den zahlreichen von KELLERMAN und SWINGLE (1889) im Jahr 1888 angestellten Versuchen (mit 41 Sorten) wurden die männlichen Rispen und die weiblichen Blütenstände in Zeugsäcke eingeschlossen. Von 66 Bastardbestäubungen hatten 39 Erfolg. Die Verfasser gehen über eine Registrirung der einzelnen Ergebnisse nicht hinaus; die Verwerthung wird, für den Ausländer wenigstens, durch die ungenügende Beschreibung der Sorten erschwert, die Resultate selbst sind vielfach ungenau angegeben und beschränken sich auf die direct sichtbaren Veränderungen¹⁾. Theilweise hatte, trotz aller Massregeln, Selbstbestäubung stattgefunden. Es ist all das um so mehr zu bedauern, als die Verfasser vielfach mit Pferdezahl-Sorten experimentirten, und so eine empfindliche Lücke in meinen Versuchen hätte ausgefüllt werden können.

Die Untersuchungen, die KELLERMAN und SWINGLE (1890) im nächsten Jahr (1889) anstellten, waren noch viel ausgedehnter. Es wurden 65 Varietäten benutzt — vorzüglich Sorten des weissen und gelben Pferdezahnmals — und 188 Bestäubungen ausgeführt, darunter freilich einige Male dieselbe Combination zwei bis vier Mal; 175 Bestäubungen (= 93%) waren erfolgreich. Die Resultate sind ausführlicher beschrieben, als das Jahr vorher, die Sorten aber noch ebenso ungenügend. Nach den Ergebnissen der Ver-

¹⁾ Um ein Beispiel anzugeben, so geht aus Note 22 hervor, dass „King Philipp (red brown flint)“ ein weisses Endosperm besass, sonst hätte „Improved Shoe Peg (large white dent)“ nicht unverändert bleiben können, als er mit Pollen des King Philipp bestäubt wurde. Dann konnte aber King Philipp bei der Bestäubung mit Longfellow (Yellow Flint) nicht unverändert bleiben, wie Note 2 behauptet.

fasser ist der directe Einfluß vielfach nachzuweisen, meist in der Farbe. In manchen Fällen soll aber auch die Form und Beschaffenheit der Körner abgeändert worden sein, fast nur bei der Bastardirung von Pferdezahnrassen untereinander, was bis zu einem gewissen Grade richtig sein kann, da die Ausbildung der „Kunden“ von der Beschaffenheit des Endosperms abhängt; in anderen Fällen auch die Grösse der Körner, einmal sogar die Gestalt des Kolbens.

Studirt man die Angaben genauer, so muss auffallen, dass sich dieselbe Eigenschaft je nach der Sorte, bei der sie auftritt, verschieden verhalten soll, in einem Grade, der in Wirklichkeit nicht vorkommt. Beim Pferdezahnmais sollen z. B. von 15 Fällen, in denen eine Sorte mit gelbem Endosperm mit einer Sorte mit weissem bestäubt worden war, in 12 die Farbe der Körner sofort intermediär geworden, in 3 unverändert geblieben sein, und von 18 Fällen, in denen eine Sorte mit weissem Endosperm mit dem Pollen einer Sorte mit gelbem bestäubt wurde, in 8 die Farbe intermediär geworden, in 10 unverändert geblieben sein. In 9 Fällen wurde gelber und in 8 weisser Mais mit dem Pollen eines und desselben rothen Pferdezahnmaises bestäubt, in keinem Fall soll sich ein Einfluss auf die Farbe der Körner gezeigt haben, obschon der rothe Pferdezahnmais entweder weisses oder gelbes Endosperm besessen haben muss. — In 27 Fällen traten sofort Eigenschaften auf, die keines der beiden Eltern besass, das Saatgut muss also unrein gewesen sein. Das mag zuweilen da der Fall gewesen sein, wo die Verfasser es nicht gemerkt haben; viele Angaben bleiben mir völlig unverständlich.

Von neuerer Litteratur ist mir nachträglich eine Mittheilung von Mc CLUER (1892) bekannt geworden. Ein guter Theil seiner Angaben bringt freilich nichts Neues. Von Interesse sind besonders die Ergebnisse der Versuche mit Rassen mit ganz mehligem Endosperm (Brazilian flour) und mit Pferdezahnrassen, so, dass bei Bestäubung mit dem Pollen eines Zuckermaises (gold coin sweet) im ersten Falle statt des ganz mehligem ein wenigstens etwas horniges Endosperm entsteht („flinty in outward appearance“), dass durch die Bestäubung mit dem Pollen einer Rasse mit ganz mehligem Endosperm Pferdezahnmais nicht verändert wird, dass Pferdezahnmais durch die Bestäubung mit dem Pollen einer Rasse mit hornigem Endosperm glatter wird, während der umgekehrte Einfluss nicht nachweisbar ist etc. Wenn freilich angegeben wird, bei der Bestäubung eines weissen Pferdezahnmaises mit dem Pollen eines schwarzen Zuckermaises habe — ausser der Farbenänderung — die Hälfte der Körner Aussehen und Geschmack des Zuckermaises angenommen, die Hälfte Aussehen und Geschmack des Pferdezahnmaises behalten, so ist ganz sicher, dass der weisse Pferdezahnmais nicht rein, sondern ein Bastard mit einem Zuckermais war; das geht aus den Zahlen, nach meinen Veruchen, sicher hervor.

Seit 1894 habe ich selbst alljährlich Versuche über Xenien bei *Zea Mais* angestellt. Die wesentlichsten Resultate standen schon im Herbst 1897 fest

und wurden im Februar 1898 in einem — nicht gedruckten — Vortrage ausgesprochen. Doch die Erklärung fehlte noch. Es schienen mir nur zwei Annahmen discutirbar: die Entstehung des Endosperms durch einen Sexualact — dabei war ich freilich nicht auf den einfachen Ausweg gekommen, den später NAWASCHIN und GUIGNARD entdeckten, sondern hatte an eine Theilung des zur Befruchtung der Eizelle bestimmten generativen Kernes gedacht —, oder eine enzymatische Einwirkung vom Bastardembryo auf das Endosperm.

Hier musste die histologische Untersuchung des Befruchtungsvorganges einsetzen, zu der ich jedoch erst im Herbste 1899 kam, nachdem NAWASCHIN und GUIGNARD ihre Beobachtungen über die „doppelte Befruchtung“ veröffentlicht hatten. Bis zu diesem Zeitpunkt neigte ich mich mehr der zweiten Annahme, der einer enzymatischen Wirkung, zu. Einmal schienen manche Ergebnisse nicht recht mit der ersten Annahme zu stimmen, so, dass die Form und die Grösse der Körner sich durch die Bastardbestäubung gar nicht ändern liess, und dass die beiden gegenseitigen Verbindungen zweier Rassen ($a \sigma + b \varphi$ und $b \sigma + a \varphi$) ganz allgemein verschiedene Producte lieferten. Dann war es zu unwahrscheinlich, dass eine solche Befruchtung des secundären Embryosackkernes bloss beim Mais vorkäme und, wenn sie allgemein statthätte, von all den Beobachtern, die den Befruchtungsvorgang studirt hatten, vor allem von STRASBURGER, übersehen worden sein sollte. Auf der andern Seite hatten freilich die Versuche, durch Impfung annähernd reifer Körner von weissem und gelbem Mais mit zerriebenenem Endosperm von blauem Mais keinen Erfolg gehabt, und ebensowenig Versuche, bei denen Stückchen der Kleberschicht blaufrüchtiger Rassen unter die Fruchtschale weiss und gelbfrüchtiger geschoben worden waren.

Als dann GUIGNARD's Beobachtungen erschienen — die NAWASCHIN's hatte ich leider übersehen —, war es mir bald klar, dass sie die Lösung des Räthfels brachten, und dass sich die Einwände gegen eine derartige Lösung, die ich mir früher gemacht hatte, beseitigen lassen mussten. Das gelang auch bald, dagegen wurde viel Zeit darauf verwandt, die „doppelte Befruchtung“ beim Mais nachzuweisen; es wollte mit dem Material, das ich mir seit 1897 alljährlich fixirt hatte, nicht gelingen. So stellte ich die experimentell gefundenen Thatsachen in einer vorläufigen Mittheilung zusammen (1899). In dem Streben nach möglichst knapper und präciser Formulirung in kurzen Sätzen bin ich, wie ich gleich bemerken will, hie und da etwas zu weit im Generalisiren gegangen¹⁾.

¹⁾ Das gilt vor allem für Satz 12, nach dem sich jedes Merkmal einem zweiten gegenüber genau gleich verhält, welchen Rassen die beiden auch immer angehören mögen. In Wirklichkeit hat die Rasse einigen Einfluss, ja sogar das Individuum; die besten Belege hiefür habe ich freilich erst im vorigen Jahr, nach Abfassung der vorläufigen Mittheilung, mit neuen Rassen gefunden.

18 Tage vor dem Eingang meiner Mittheilung in Berlin hatte DE VRIES der Academie in Paris eine kleine Abhandlung überreicht, in der er über Versuche aus dem Jahr 1898 und 1899 berichtet, die ihm das Vorkommen von Xenien beim Mais bewiesen, und zu deren Erklärung er ebenfalls die doppelte Befruchtung herangezogen hatte. Ein weisser Zuckermais war mit dem Pollen einer Rasse mit (weissem) stärkeführendem Endosperm bestäubt worden und hatte sofort Körner gegeben, die von denen der den Pollen liefernden Rasse nicht zu unterscheiden waren. Ohne die Verdienste DE VRIES' irgendwie schmälern zu wollen, darf man doch bemerken, dass bei diesem einen Versuch alle die Schwierigkeiten gar nicht berührt wurden, die auch nach der Entdeckung der „doppelten Befruchtung“ noch in dem Problem steckten. Auf diesen kurzen Bericht folgte dann eine ausführlichere Darstellung (1900), die principiell nichts Neues brachte, aber eine Litteraturübersicht gab, in der die Hauptarbeit KOERNICKE's und die amerikanischen Autoren leider fehlten.

DE VRIES' erste Mittheilung kam mir erst am 1. Febr. vorigen Jahres zu Gesicht, als das Manuscript dieser Abhandlung schon ziemlich weit gediehen war. Ich habe mich dann entschlossen, die Veröffentlichung um ein Jahr hinauszuschieben. Die principielle Erklärung war gegeben, dagegen waren noch viele einzelne Punkte aufzuklären und es schien wünschenswerth, diese gleich so gründlich als möglich zu erledigen. Dazu gehörte auch das Verhalten von Rassen vom Pferdezahl-Typus und von solchen mit sehr stark glasigem Endosperm, und es gelang mir noch, von beiden einen brauchbaren d. h. im Tübinger Klima reifenden Repräsentanten aufzutreiben, so dass mir jetzt nur noch eine Rassengruppe, die mit sehr stark oder ganz mehligem Endosperm, unbekannt ist. Diese hier zu ziehen, ist ganz ausgeschlossen. Was ich hier leisten konnte, ist jetzt annähernd geleistet.

Inzwischen ist auch noch eine Mittheilung von H. J. WEBBER mit hübschen Abbildungen erschienen (900, b, einige Bemerkungen schon 900, a), in der bereits auf DE VRIES' und meine vorläufigen Veröffentlichungen Rücksicht genommen ist. WEBBER hat auch „Xenien“ hervorgerufen und stimmt in der Deutung mit uns überein. Auch die einzelnen Angaben harmoniren ziemlich gut mit meinen. Von den Differenzen wird ein Theil darauf zurückzuführen sein, dass WEBBER mit anderen Rassen experimentirte, so mit Pferdezahlmais und dem „Cuzco“-Mais mit ganz mehligem Endosperm, ein Theil aber doch auf Irrtümer, so die (nach dem Befund im Freien gemachte) Angabe, Zuckermaispollen rufe auf gewöhnlichem Mais (Flintcorn) Xenien hervor. — Wie WEBBER selbst zugibt, waren auch nicht alle Sorten auf ihre Constanz geprüft worden. Einzelheiten sind im Text nachzusehen. Das Auftreten „gescheckter“ Körner als Xenien möchte WEBBER durch die An-

nahme erklären, der zweite generative Kern und die Polkerne entwickelten in solchen Fällen jeder für sich, parthenogenetisch, Endosperm im Embryosack, das Fehlen aller Xenienbildung bei einzelnen Körnern, mitten unter typischen Xenienkörnern, durch die Annahme, die Polkerne bildeten in solchen Fällen parthenogenetisch, für sich allein, das Endosperm. Beiden Hypothesen kann ich, wie später ausgeführt werden soll, nicht zustimmen (Abschnitt VIII).

B. Bastarde.

Die Litteratur hierüber ist viel spärlicher als die über die „Xenien“. Die ersten Beobachtungen, die mir bekannt geworden sind, rühren von BURGER (1809) her, der z. B. angibt, dass beim Bastard *vulgata* + *Cinquantino* „die Aehren gar kein Ansehen mehr vom Cinquantino, sondern vom gemeinen grossen Mais“ hatten, dann von SAGERET (1826) und GÄRTNER (1827, 1849, vor allem p. 87 und 323 u. f.). Jene wurden schon besprochen (p. 93), diese sind von geringer Bedeutung, weil sie nicht rein ausgeführt wurden; doch geht wenigstens soviel daraus hervor, dass Wuchs und Körner des Bastardes zwischen einer hochwüchsigen, grossfrüchtigen und einer niedrigen, kleinfrüchtigen Rasse intermediär sind, aber der letzteren näherstehen.

Etwa gleichzeitig hatte man (nach WEBBER und BESSEY, 899, p. 486) in Nordamerika begonnen, Bastarde zu landwirtschaftlichen Zwecken zu ziehen. Der erste, „Smith's Early White“, wurde von DR. GIDEON B. SMITH 1838 im Albany Cultivator beschrieben und soll vom Tuscarora-Mais und Sioux-Mais herkommen.

Die nächsten und zugleich die wichtigsten Mittheilungen verdanken wir F. KOERNICKE (1876 und 1885, I. p. 344 u. f.); sie beziehen sich auf die Farbe der Körner und auf die Beschaffenheit des Endosperms. Die tatsächlichen Angaben sind fast alle richtig¹⁾, leider hat auch hier das Missverständniss über den Sitz des Gelben beim Maiskorn eine Zusammenfassung verhindert, auch wurden offenbar die Nachkommen in der zweiten und weiteren Generationen nicht immer genügend getrennt gezogen und keine Zählungen an den gemischtkörnigen Kolben ausgeführt. Sonst wäre KOERNICKE wahrscheinlich auch auf die MENDEL'schen Regeln gekommen, das „Dominiren“ des einen Merkmales über das andere in einigen Fällen hat er richtig beobachtet. Bis auf die neueste Zeit sind meines Wissens in Europa keine weiteren Untersuchungen veröffentlicht worden.

¹⁾ Nicht richtig ist z. B. die Angabe: „Will ich Zuckermaiskörner und gewöhnliche im Kolben gemischt erhalten, so muss ich in dem einen Jahre die einen, im nächsten Jahr die andern zur Aussaat nehmen, und zwar von den Kolben, an welchen sich am wenigsten Körner von der betreffenden Beschaffenheit finden.“ Zuckermaiskörner hätten, für sich ausgesät, sicher nur Kolben mit Zuckermais-Körnern gegeben, gewöhnliche entweder Kolben nur mit gewöhnlichen Körnern oder Kolben mit Zuckermais und gewöhnlichen Körnern (vergl. Abschnitt X).

Etwas später begann man, so viel ich weiss, in den Vereinigten Staaten wieder Bastarde zu ziehen. Der erste wurde 1878 von W. J. BEAL beschrieben (cit. nach KELLERMAN und SWINGLE, 890, p. 347); er entstand durch die Bestäubung der *R. vulgata* (Smut-nose Yellow Flint Corn) mit der *R. xanthodon* (Yellow, Yankee Dent) und zeigte alle Übergänge von reinem „Flintcorn“ zu reinem Pferdezahnmals. Dasselbe Ergebniss veröffentlichte LAZENBY 1883, der auch bei den Bastarden zwischen Zuckermais und gewöhnlichem Mais die scharfe Trennung der Körner in Zuckermais-körner ($\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$) und gewöhnliche Körner feststellte. STURTEVANT's Beobachtungen (1883, 1884, 1885, 1886) gipfeln (nach KELLERMAN und SWINGLE) unter anderem in folgenden Sätzen: „Es existirt ein sehr starkes Bestreben, die Eltern ohne Mittelbildungen hervorzubringen, so sehr, dass es zweifelhaft ist, ob Mittelbildungen oft hervorgebracht werden.“ . . . „Wiederholte Bastardirung scheint indessen diese Tendenz zu vernichten. . . . Ich glaube, dass ein Bastard das Bestreben hat, sich der Bastardelemente zu erledigen (to purge itself of its cross) und allmählich rasserein zu werden.“ . . . „In einigen ziemlich seltenen Fällen kommen die Merkmale zweier Rassengruppen (agricultural species) beim selben Korn vor, dann ist aber die Trennungslinie recht scharf; es gibt keine Mischung.“

KELLERMAN und SWINGLE (1890) haben die Bastarde von 23 der im ersten Versuchsjahr ausgeführten Verbindungen aufgezogen — leider alle nebeneinander — und beschrieben. Auch hier macht der Mangel einer Beschreibung der Stammeltern die Ergebnisse nur theilweise verwendbar. Die Verfasser unterscheiden zwei Typen, unter die sich die Kolben der Bastarde bringen liessen, einen Typus I, bei dem die Körner eines Kolbens gleichartig waren, entweder ganz intermediär zwischen denen der Eltern oder dem einen oder andern Elter näher stehend, und einen Typus II, bei dem die Körner eines Kolbens verschieden waren. Daneben gab es Bastarde, deren Kolben in einem Merkmal dem Typus I, im anderen dem Typus II folgten. Endlich wurde auch noch festgestellt, dass in den Fällen, wo die Bestäubung mit fremdem Pollen sich durch Xenienbildung verrieth, die Kolben des Bastardes dem Typus II anzugehören pflegten. Wir verstehen das jetzt alles recht gut; der Typus II entsteht, wenn die Elternrassen in Merkmalen des Endosperms differiren, für die die Spaltungs- (und fast die Prävalenz-) Regel gilt. — Wichtig sind die Angaben über das Verhalten der Bastarde zwischen Pferdezahnmals und anderen Maisrassen, auch das Verhalten des mehligem zum hornigen Theil des Endosperms wird berücksichtigt, endlich finden wir noch die ersten genaueren Angaben über das Zahlenverhältniss der beiderlei Körner an Kolben vom Typus II.

Bei den Versuchen MC CLUER's (1892) wurden die Bastarde auch nicht isolirt gezogen, sie bilden daher gegenüber den eben erwähnten keinen wesent-

lichen Fortschritt; einige specielle Angaben sollen später am passenden Ort angeführt werden.

1899 hat dann DE VRIES das Verhalten des Bastardes zwischen zwei Sorten aus den Rassengruppen *saccharata* und *vulgaris* in der ersten Generation beschrieben, 1900 (a, b, c) auch das in der zweiten Generation und es im Anschluss an MENDEL erklärt — auch eine Angabe über das Verhalten der Rassengruppe *cryptosperma* verdanken wir ihm — während ich 1899 die Bastarde absichtlich bei Seite liess, als ohne Bedeutung für die Xenienfrage, und sie für die ausführliche Mittheilung vorbehielt. 1900 (a, b) sprach ich die Giltigkeit der Spaltungsregel für sie aus, mit Beschränkung.

Einige Angaben finden sich endlich auch bei WEBBER (1900), auch sie werden am gegebenen Ort zu erwähnen sein.

In neuester Zeit ist auch (von J. W. HARSHBERGER, 897) ein Bastard *Euchlaena* + *Zea* angegeben worden; ich konnte die Publication nicht einsehen, verdanke aber der Liebenswürdigkeit ihres Verfassers briefliche Mittheilungen und eine Probe. Es wäre sehr wichtig, dass das Verhalten der Merkmalspaare, die von verschiedenen Gattungen abstammen, mit dem derselben Paare von der nämlichen Gattung verglichen würde, also z. B. das Ergebniss der Bastardirung *Euchlaena* + *Zea Mays cyanea* mit dem der Bastardirung *Zea Mays alba* + *Zea Mays cyanea*. Derartige Versuche könnten freilich selbst in den wärmsten Theilen Südeuropas kaum angestellt werden.

III. Abschnitt.

Die Technik der Versuche.

A. Xenien.

Die Maiskörner wurden stets zuerst in Töpfe gesteckt — im Anfang mehrere derselben Rasse in grössere, später nur je eines in kleinere —; Anfangs Juni wurden die bis dahin im Kasten gehaltenen Pflanzen ausgepflanzt. Im ersten Jahr (1894) wurden die zu bestäubenden Individuen im Versuchsfeld des botanischen Gartens zusammen gesetzt, zur rechten Zeit castrirt und die Narben wenigstens zum Theil zwischen den Bestäubungen durch Papierdüten geschützt. Die Individuen, die den Pollen lieferten, standen zusammen im System; zum Bestäuben wurden Stücke der Rispen benützt, die in Glasdosen transportirt wurden; für jede Rasse war natürlich eine bestimmte Dose da.

Dies Verfahren befriedigte nicht recht; es wurde im zweiten Jahr (1895) dahin abgeändert, dass die zu bestäubenden Individuen im Versuchsfeld in Gruppen zusammengepflanzt wurden, die, möglichst gleichmässig vertheilt, Individuen aus allen Rassen enthielten und in denen, nach der Castration, nur mit dem Pollen einer Rasse bestäubt wurde. Die pollenliefernden Pflanzen aber wurden in Gruppen, jede Rasse für sich, an möglichst weit auseinanderliegenden Stellen im übrigen Garten gezogen.

Vom dritten Jahr ab (1896—1900) wurde dann folgendes Verfahren angewendet: Die Pollen liefernden Rassen wurden, jede für sich allein, auf Beete ausgepflanzt, die im ganzen botanischen Garten vertheilt waren, und zu jeder dieser Gruppen eine Anzahl Individuen der zu bestäubenden Rassen gesetzt, bis zur doppelten Individuenzahl, so angeordnet, dass alle Rassen gut durcheinander standen. Die zu bestäubenden Pflanzen wurden dann castrirt; für die Uebertragung des Pollens brauchte nicht besonders gesorgt zu werden. So erhielt ich von jedem Beet reine Kolben einer Rasse und durch Bastardbefruchtung entstanden Kolben der übrigen, dazugepflanzten Rassen, oft ganz vollkommen entwickelte Stücke, wie ich sie, wegen der Empfindlichkeit der Narben, bei dem gewöhnlichen Verfahren nicht erhielt. Nachstehend ist der Plan eines solchen Beetes wiedergegeben, in dem *R. alba* (*a*) stäubte, während *R. coeruleodulcis* (*cd*), *cyanea* (*cy*), *dulcis* (*h*), *gilva* (*g*), *nana* (*n*), *Philippi* (*Ph*), *rubra* (*r*) und *vulgata* (*v*) castrirt wurden; *a* war am 5. April, *a*₂ am 1. Mai gesteckt worden.

<i>v</i>	<i>a</i> ₂	<i>cd</i>	<i>g</i>	<i>a</i>	<i>g</i>	<i>Ph</i>
<i>a</i>	<i>Ph</i>	<i>v</i>	<i>a</i> ₂	<i>Ph</i>	<i>cy</i>	<i>a</i>
<i>r</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>cy</i>	<i>d</i>	<i>a</i> ₂	<i>g</i>

Für das Studium der Xenien war diese Methode exact genug, nachdem die Hauptpunkte durch Versuche unter allen Kautelen festgestellt waren. Ich hatte durch möglichst weites Auseinanderrücken der einzelnen Culturplätze und sorgfältige Benützung der Baum- und Gesträuchgruppen, an denen unser grosser Garten so reich ist, dafür gesorgt, dass ein Anfliegen fremden Pollens möglichst ausgeschlossen war, und fand diese Isolirung wirksam, wirksamer, als ich sie selbst erwartet hatte. Es kamen in den fünf Jahren nur ganz vereinzelte Fälle zur Beobachtung, wo eine andere Befruchtung, als die beabsichtigte, eingetreten war, ein so scharfes Kennzeichen dafür auch gerade die Xenien bildeten.

Viel gefährlicher als der anfliegende Pollen war eine andere Fehlerquelle, die ungenügende oder versäumte Castration der zu bestäubenden Pflanzen. War auch die ganze männliche Rispe mit dem obersten Blatt entfernt worden, sobald sie sich zeigte, und wurden auch die Seitensprossen im richtigen Zeitpunkt beseitigt, so konnten doch immer noch einzelne androgyne — an der

Spitze oder in der Mitte ♂ — Kolben einigen Unfug anrichten. Wegen der langvortretenden Narben wurden derartige Kolben oft zu spät erkannt. Doch ist die Gefahr in Wirklichkeit nicht immer so gross, als sie erscheint; der Versuch 46 lehrte, dass solche „androgyn“ Aehren nur die erwünschten Xenien-Körner enthielten, ebenso die Kolben der völlig castrirten benachbarten Pflanzen von derselben Rasse, so dass ich nicht angeben kann, was die Ursache war, ob die ♂ Blüten verkümmerte Antheren besaßen, ob der Pollen unwirksam war etc. etc. Eine Zeitlang in jedem Jahr mussten die Culturen täglich revidirt werden.

Eine beträchtliche Schwierigkeit für die Experimente bildete die ungleiche Blüthezeit der verschiedenen Rassen. Zwischen annähernd gleichzeitig Stäubenden gelang die Verbindung stets vollkommen; bei den andern suchte ich dadurch nachzuhelfen, dass ich die Aussaat später oder früher machte, je nachdem es sich um eine früher oder später blühende Rasse handelte. So einfach dieses Aushülfsmittel erscheint, es versagte doch oft, einmal wegen der Kürze der Vegetationszeit in unserem Breitengrad, dann wegen der Witterungsverhältnisse in der zugegebenen oder weggelassenen Zeit, die ja nicht im Voraus berechnet werden konnten. Wenn ich einzelne Verbindungen gar nicht zu Stande brachte, so möchte ich zunächst den Grund dafür in der ungleichen Blüthezeit sehen und nicht in dem Mangel an der sexuellen Affinität der Rassen. Entscheidende Versuche können wohl nur in einem wärmeren und vor allem gleichmässigeren Klima angestellt werden¹⁾.

Das Stecken der vorher eingeweichten, in den späteren Jahren auch sterilisirten²⁾ Maiskörner, die Etiquettirung der Töpfe, die Vertheilung für das Auspflanzen, die Castration und die Ernte habe ich selbst besorgt. Für jedes Beet wurde vor dem Auspflanzen schon ein Plan gemacht und nach ihm revidirt, so dass später durch Verwechslung oder Verlust der Etiquetten keine Irrthümer vorkommen konnten.

B. Bastarde.

So wichtig die isolirte Aufzucht einer grösseren Anzahl von Bastarden gewesen wäre, so waren ihr doch durch den gegebenen Raum für die Culturen

¹⁾ Bekanntlich wurden von C. DARWIN (893) II, p. 83) Versuche von GÄRTNER (849, p. 87, 577) und HILDEBRANDT (868, p. 327) citirt, die eine auffallende Unfruchtbarkeit gewisser Maisrassen untereinander beweisen sollten. Es unterliegt mir aber keinem Zweifel, dass der Misserfolg nicht durch die mangelnde sexuelle Affinität bedingt war; zu der gleichen Ansicht ist schon KOERNICKE gekommen.

²⁾ Es geschah das wegen des Maisbrandes, und zwar durch zweistündiges Einlegen in 1⁰/₁₀₀ HgCl, 1⁰/₁₀₀ NaCl 5 cm² HCl (LAURENT, Comptes Rendus 1897, p. 887) mit nachherigem Auswaschen.

ziemlich enge Grenzen gesteckt. Im botanischen Garten konnten weitere Plätze nicht bepflanzt werden, ohne die Gefahr zu steigern, die der ohnehin nicht sehr bedeutende Abstand der Culturen schon bot. Es wurden deshalb zunächst zwei andere Wege eingeschlagen. Zum Theil wurden die Pflanzen, wie die für die Xenienversuche bestimmten, einzeln in Töpfen herangezogen und dann Handelsgärtnern zum Auspflanzen übergeben, die selbst keinen Mais zogen, und in deren Nachbarschaft keiner gebaut wurde. Zum Theil wurden die Pflanzen aber auch unter solchen der *R. dulcis* ausgepflanzt und castrirt, so dass die Kolben durch den Pollen dieser Rasse entstunden. Diese Bestäubung hätte, wie ich Anfangs meinte, das Aussehen der Bastardkolben gar nicht verändern sollen, denn das der Kolben aller reinen Rassen blieb ja dabei so gut wie unverändert oder ganz unverändert. Das war aber durchaus nicht der Fall, wie der Vergleich von Kolben gleicher Abstammung, von denen die einen durch Selbstbestäubung, die andern durch Bestäubung mit *dulcis*-Pollen entstanden waren, sofort lehrte. Eine Erklärung dafür fand ich erst, als ich bei meinen Erbsenbastarden auf die MENDEL'sche Spaltungsregel gekommen war. Von da an wurde gewöhnlich nur mehr der erste Weg eingeschlagen.

IV. Abschnitt.

Die Merkmale der Früchte der Maisrassen.

A. Die Gestalt der Körner (Kategorie I). — B. Die Grösse der Körner (Kategorie II). — C. Die Farbe der Körner. a. Die Farbe der Fruchtschale (Kategorie III). b. Die Farbe der Kleberschicht (Kategorie IV). c. Die Farbe des übrigen Endosperms (Kategorie V). d. Die Gesamtfarbe der Körner. — D. Die Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm. a. Die chemische Beschaffenheit des Endosperms (Kategorie VI). b. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms (Kategorie VII). — E. Der Bau der Kleberschicht (Kategorie VIII). — F. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm (Kategorie IX).

Die Auswahl der Rassen, die ich zu den Versuchen verwandte, richtete sich zunächst nach der Beschaffenheit der **Früchte (Körner)**, weil es sich zuerst nur um die „Xenien“ handelte; dabei wurden jedoch auch genug Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der **Kolben**, in ihrer Grösse, ihrer Form, der Zahl der Körnerreihen, der Färbung der Spelzen etc., und in der Beschaffenheit der übrigen Pflanze in den Kauf genommen, aber nur nebenher studirt, weil sich bald zeigte, dass der Einfluss des fremden Pollens nie über das Korn hinaus ging, und auch für das Studium der Bastarde einstweilen die Früchte mehr als genug Merkmalskategorien boten.

Den allgemeinen Bau des Fruchtknotens und der Maisfrucht setze ich als bekannt voraus, brauchbare Abbildungen sind, von RICHARD an (Archives du Museum, 1811), an vielen Stellen zu finden; eine recht gute gibt HARZ (885, Fig. 161).

Die Körner der verschiedenen Rassen unterscheiden sich am auffälligsten in ihrer Gestalt, Grösse und Farbe und in der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Endosperms. Weniger auffällig und deshalb, so viel ich weiss, unbeachtet geblieben, sind die Unterschiede in der Dicke der Fruchtschale, in dem Bau der Kleberschicht, in dem Gewichtsverhältniss zwischen Endosperm und Embryo, in der Färbung des Embryos und in der Schnelligkeit, zu keimen. Die wichtigeren dieser Merkmalskategorien müssen nun genauer durchgesprochen werden. Wegen der Litteratur verweise ich auf KOERNICKE (885) und HARZ (885), einige Spezialarbeiten sind im Text citirt. Alles Mitgetheilte beruht auf eigenen Untersuchungen, doch mag manches schon einmal, hier oder dort, von anderer Seite veröffentlicht worden sein, ohne dass es mir zu Gesichte kam.

A. Die Gestalt der Körner.

(Kategorie I.)

Die Gestalt der Körner hängt von zwei Faktoren ab, von den Raumverhältnissen während ihrer Entwicklung an der Spindel und von vererbten, inneren Ursachen.

Wie die Körner aussehen, wenn sie sich ungehindert entwickeln können, sieht man leicht an Kolben, die, in Folge mangelhafter Befruchtung, nur zerstreut stehende Körner entwickelt haben. Davon weichen dann die in dichtem Bestand gebildeten mehr oder weniger ab, am wenigsten die Rassen mit konischer Form der Körner, alle mit runden Körnern stärker; frei entwickelt fast kuchenförmig flach, werden die Körner, gedrängt stehend, gestreckt und kantig. (Vergl. z. B. *A* und *B* bei Textfig. 4 und 5.)

Diesen Gestaltsdifferenzen, die von äusseren Einflüssen abhängen (und also bei derselben Rasse oder Sorte vorkommen), stehen die erblichen, auf inneren Ursachen beruhenden gegenüber. Hier sind wieder zweierlei Ursachen zu unterscheiden, solche, die in Wachstumsvorgängen bestehen, für die besondere Anlagen vorhanden sein müssen, und solche, die auf der chemischen oder physikalischen Beschaffenheit (und dem davon abhängigen Wassergehalt) des Endosperms beruhen, die also schon durch die Anlagen, die das Entfalten dieser Merkmale veranlassen, vererbt werden. Durch solche wird, wie schon lange bekannt, die Gestalt der Zuckermaiskörner bestimmt, aber auch die der Pferdezahnkörner, was, wie ich glaube, noch nicht gezeigt worden ist. Sie sind deshalb auch später, wenn die übrigen Eigenschaften des Endosperms behandelt werden, zu besprechen, uns interessiren

hier nur die durch verschiedene innere Wachstumsvorgänge bedingten Gestalten (Kategorie I).

Die beiden extremen Formen sind der gewöhnliche, rundkörnige Mais und der Spitzkornmais, der konische Körner mit gerader oder gebogener Spitze, dem „Schnabel“, besitzt. Dazwischen stehen Uebergangsformen, die man durch Bastardirung erhalten kann. Es gelang mir erst für die Versuche des Jahres 1898 eine Spitzkornrasse aufzutreiben, die in der Farbe und in der Beschaffenheit des Endosperms der gewöhnlichen Rasse (*vulgata*), entsprach, doch waren die Körner etwas kleiner, sie wird wohl die *var. acuminata* KOERNICKE's sein (Textfig. 1; Fig. 14, 15, Tafel I). Das Saatgut zeigte sehr verschieden stark zugespitzte Körner, und so fiel auch die Ernte nicht gleichmässig aus, obschon die spitzesten Körner ausgesucht worden waren. Jede Pflanze trug nur Kolben mit gleich ausgebildeten Körnern, und auch die am kürzesten zugespitzten waren von den bei meinen Versuchen verwendeten, rundkörnigen Rassen sehr auffällig verschieden. Zu den letzten Versuchen (1900) konnte ich dann noch die *R. leucoceras* („Popkorn“) benützen, die sich ähnlich zur *R. alba* verhielt wie die *R. acuminata* zur *R. vulgata*, und constant war (Textfig. 6; Fig. 5—8, Taf. I). — Bei beiden besitzt der Fruchtknoten schon vor der Befruchtung eine spitzere Form.

Von diesen beiden Rassen wich eine dritte, *cyanornis*, in der Form wesentlich dadurch ab, dass ihre Körner nicht konisch, sondern rundlich und nur kurz zugespitzt waren. (Textfig. 2; Fig. 27, 28, Taf. I).

Die genauere Untersuchung hat mich davon überzeugt, dass die Form der Körner einzig von der Form der Fruchtschale abhängt, dass diese eine wirkliche „Form“ bildet, die das Endosperm und der Keimling nur ausfüllen, fast wie das geschmolzene Metall die Gussform.

Ich stütze mich dabei auf folgende Thatsachen:

1. Man findet hie und da, z. B. in Kolben der *R. acuminata*, aber auch bei rundkörnigen Rassen, „taube“ Körner, die, abgesehen von ihrer etwas geringeren Grösse, genau die Form der normalen Körner haben, aber nur

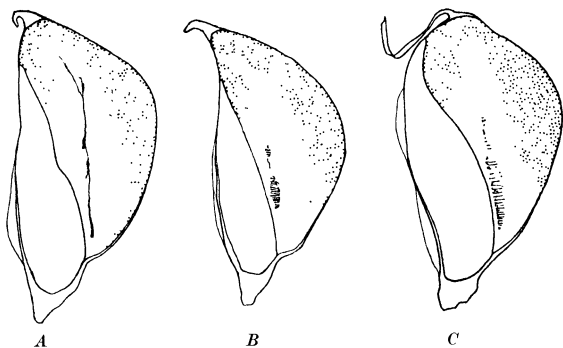


Fig. 1. *R. acuminata*. Sagittalschnitt durch drei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligte Theil des Endosperms, mit luftführenden Spalten, ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$.)

aus der Fruchtschale bestehen. Diese kann also für sich allein die charakteristische Form annehmen.

2. Man findet nicht selten Körner, bei denen durch zu starke Volumzunahme des Inhaltes die Fruchtschale gesprengt ist. Das frei sich entwickelnde Endosperm bildet dann einen runden Körper, es nimmt also für sich allein keine spitze Form an. Am häufigsten war das bei der *R. cyanornis* zu beobachten (Textfig. 3; Fig. 96, 97, Taf. I). Bei den beiden anderen spitzkörnigen Rassen ist die Fruchtschale, wohl gerade wegen ihrer Bedeutung für die Gesamttform, fester gebaut und reißt ausserdem gewöhnlich, aus rein mechanischen Gründen, nicht bis zur Spitze auf.

Mit der vorgetragenen Ansicht steht in Einklang, dass bei Kolben mit lang geschnäbelten Fruchtschalen das Endosperm und der Keimling die „Form“ oft nicht ganz ausfüllen, sondern an der Spitze der Frucht ein leerer

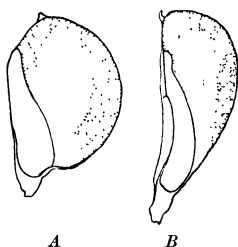


Fig. 2. *R. cyanornis*. Sagittalschnitte durch zwei Körner verschiedener Pflanzen. Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. (⁴⁰/₁₀.)

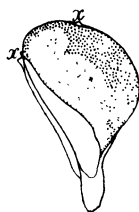


Fig. 3. *R. cyanornis*. Sagittalschnitt durch ein Korn, dessen Fruchtschale geplatzt war (bei *x, x*). Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. (⁴⁰/₁₀.)

Raum bleibt, der von einem im wesentlichen aus der Samenschale bestehenden Strang durchzogen wird. Das Endosperm ist eben nur eine plastische, nicht eine flüssige Masse, und schliesslich überwiegt das Streben nach der eigenen Form (Textfig. 1, *A, B*).

Wir kennen einige ähnliche, merkwürdige Fälle von *Vicia Faba*, wo ein Cotyledon des in abnormer Lage entwickelten Keimlings die Samenschale mit ihren, für die Keimwurzel berechneten Vorsprüngen ausgegossen hat¹⁾.

Während also hier scheinbar drei Merkmals-Kategorien zu unterscheiden wären: Form der Fruchtschale, des Endosperms und des Embryos, dürfen wir uns mit Fug auf die erste, die **Form der Fruchtschale**, beschränken.

Nicht selten fand ich bei einigen Rassen Körner, die trocken einzelne kleine Grübchen oder kürzere oder längere, zuweilen verzweigte Furchen

¹⁾ ZIMMERMANN, A. Ueber zwei abnorme Embryonen von *Vicia Faba*. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft, Bd. XI. p. 18. (1893).

zeitigen, die beim Einquellen verschwanden, beim Austrocknen wiederkehrten. An diesen Stellen besass das Endosperm Grübchen oder Falten mit abgerundetem Rande und scharf eingestochenem oder eingeschnittenem Grund, **V** oder **Y**, die von der Kleberschicht ausgekleidet und offenbar durch Wachsthumsvorgänge des sich selbständig entwickelnden Endosperms zu Stande gekommen waren. Beim eingequellten Korn war die Fruchtschale so straff darüber gespannt, dass nichts von ihnen zu sehen war, beim Austrocknen sank sie an diesen Stellen etwas ein, weil sie sich in tangentialer Richtung nicht so stark contrahirte, wie das Endosperm. Durch dieses Faltenwerfen der Kleberschicht (das also auf ganz andere Weise als beim Zuckermais eintrat) bekamen zuweilen blaue Flecke zufällig einen scharfen Contour, wo sie eigentlich diffus abgegrenzt waren, weil die wahre Grenze in der Falte steckte.

B. Die Grösse der Körner.

(Kategorie II.)

Im Folgenden ist zur Beurtheilung der Grösse der Körner stets ihr Gewicht benützt worden, statt ihres Volums. Beide Werthe können sich nur annähernd decken, weil der Luftgehalt der Körner, vor allem der des Endosperms, merklich verschieden sein kann. Trotzdem schien mir, bei dem weiten Spielraum, in dem sich auch hierin die einzelnen Früchte derselben Rasse, ja desselben Kolbens, bewegen, dieser Weg noch lange genau genug.

Für jede Rasse ist ein bestimmtes Gewicht der Körner charakteristisch, man kann solche mit kleinen bis (100 mgr), mittleren (100 bis 200 mgr) und grossen (200 bis 400 mgr und mehr) unterscheiden.

Zwei der zu meinen Versuchen benützten Rassen hatten kleine Körner: *nana* und *cyanornis*, zwei mittlere: *acuminata* und *leucoceras*, der Rest, neun Rassen, grosse.

Bei derselben Rasse schwankt das Gewicht der Körner verschiedener Individuen, auch bei Inzucht, beträchtlich, ebenso das der Körner desselben Kolbens. Es ist richtig, wenn WILHELM¹⁾ die Körner des untersten Drittels des Kolbens als die schwersten bezeichnet; das gilt aber nur für den Durchschnitt, die schweren Körner sind dort nur häufiger, die leichten nur seltener, als in der Mitte (vergl. hiezu auch THIELE, 898, p. 106). Bei meinen Wägungen wurden die Körner entweder aus der Mitte der Kolben oder von einem Streifen von der Basis bis zur Spitze des Kolbens genommen. Die nebenstehende Tabelle 2 bringt einen Theil derselben und zwar das Gewicht je eines Kornes in mgr, als Durchschnitt von einer grösseren Anzahl Körner, wie viel es waren, gibt jedesmal die kleine eingeklammerte Zahl an²⁾.

¹⁾ Oesterr. landw. Wochenbl. 1875. p. 173 (cit. n. KOERNICKE und WERNER, II, 819).

²⁾ Es sind natürlich schon sehr viele solche Wägungen ausgeführt worden, vergl. KOERNICKE und WERNER (885, II, p. 772—819), HARZ (885, p. 104), THIELE (898, p. 110 bis 152) etc.

Tabelle 2.

A. Rassen mit kleinen Körnern.		b. Pferdezahlrassen.	
<p><i>R. nana.</i></p> <p style="text-align: center;">87</p> <p>a. 58,9 (10)</p> <p>b. 74,5 (50)</p> <p>c. 81,9 (20)</p> <p>93,1 (d. 5 grössten)</p> <p>75,7 (d. 5 kleinsten)</p> <p>d. 84,5 (20)</p> <p>104,0 (d. 5 grössten)</p> <p>60,5 (d. 5 kleinsten)</p> <p>e. 89,0 (10)</p>	<p>f. 106,4 (20)</p> <p>120,6 (d. 5 grössten)</p> <p>90,8 (d. 5 kleinsten)</p> <p>g. 116,0 (10)</p> <p>[h. 178,2 (12)]¹⁾</p> <p><i>R. cyanornis.</i></p> <p style="text-align: center;">51</p> <p>a. 56,4 (50)</p> <p>b. 46,5 (48)</p> <p>55,3 (5 grosse)</p> <p>36,7 (5 kleine)</p>	<p><i>R. leucodon.</i></p> <p style="text-align: center;">450</p> <p>a. 446 (3, locker)</p>	<p>a¹. 453,7 (3, vom selben Kolben, dicht)</p>
B. Rassen mit mittelgroßen Körnern.		c. Uebrigc Rassen.	
<p><i>R. acuminata.</i></p> <p style="text-align: center;">166</p> <p>a. 129,6 (30)</p> <p>126,7 (10 beliebige)</p> <p>b. 167,5 (10)</p> <p>c. 199,3 (25)</p> <p>193,7 (20 beliebige)</p> <p><i>R. leucoceras.</i></p> <p style="text-align: center;">125</p> <p>a. 75,9 (20, locker)</p>	<p>59,0 (d. 5 kleinsten)</p> <p>b. 116,6 (25, locker)</p> <p>145,4 (d. 5 grössten)</p> <p>82,6 (d. 5 kleinsten)</p> <p>c. 130,8 (80, Aussaat)</p> <p>d. 133,9 (20, dicht)</p> <p>123,0 (d. 5 kleinsten)</p> <p>e. 168,4 (25, dicht)</p> <p>174,0 (d. 5 grössten)</p>	<p><i>R. alba.</i></p> <p style="text-align: center;">353</p> <p>a. 226,2 (20)</p> <p>203 (d. 10 kleinsten)</p> <p>b. 289 (10)</p> <p>c. 319 (10)</p> <p>d. 322 (24)</p> <p>e. 329 (100, Aussaat)</p> <p>f. 368 (100, Aussaat)</p> <p>g. 379,3 (21)</p> <p>h. 392,9 (20)</p> <p>i. 403 (10)</p> <p>k. 410,4 (12)</p> <p>368,3 (d. 3 kleinsten)</p> <p>436,3 (d. 3 grössten)</p> <p>l. 441,3 (48)</p> <p>420,5 (d. 16 kleinsten)</p> <p>448,3 (16 aufgesprungene)</p> <p>462,5 (d. 16 grössten)</p>	<p><i>R. vulgata.</i></p> <p style="text-align: center;">345</p> <p>a. 190 (17)</p> <p>b. 306,4 (26)</p> <p>298,1 (d. 10 kleinsten)</p> <p>313,1 (d. 10 grössten)</p> <p>c. 324 (20)</p> <p>d. 376,9 (50)</p> <p>e. 381 (10)</p> <p>f. 392 (50, Aussaat)</p> <p>g. 447,5 (10)</p> <p><i>R. gilva.</i></p> <p>a. 300,9 (50, Aussaat)</p> <p><i>R. cyanea.</i></p> <p style="text-align: center;">376</p> <p>a. 357 (18)</p> <p>b. 394 (10)</p> <p><i>R. rubra.</i></p> <p style="text-align: center;">314</p> <p>a. 182 (6)</p> <p>b. 280 (9)</p> <p>c. 334 (12)</p> <p>d. 380 (4)</p> <p>e. 396 (20)</p>
C. Rassen mit großen Körnern.			
a. Zuckermaisrassen.			
<p><i>R. coeruleodulcis.</i></p> <p style="text-align: center;">205</p> <p>a. 175,3 (20)</p> <p>a¹. 182,1 (20, vom selben Kolben)</p> <p>b. 201,0 (26)</p> <p>c. 204,0 (10)</p> <p>d. 209,2 (10)</p> <p>e. 237,0 (40)</p>	<p><i>R. dulcis.</i></p> <p style="text-align: center;">224</p> <p>a. 181,5 (13)</p> <p>b. 185,3 (12)</p> <p>c. 238,0 (22, Aussaat)</p> <p>d. 288,4 (12)</p>		

Zahlreichere Wägungen wurden nur bei jenen Rassen ausgeführt, bei deren Bastarden gerade die Grösse des Kornes in erster Linie untersucht werden sollte.

Man sieht, dass die Zuckermaisrassen eine ziemlich isolirte Stellung unter den grosskörnigen Rassen einnehmen: sie besitzen die leichtesten Körner. Ehe die Körner auszutrocknen anfangen, haben sie dasselbe Volum, wie die der übrigen grosskörnigen Rassen; ihr geringeres Gewicht im luft-

¹⁾ Diese Pflanze war, wie ich nachträglich mit Bestimmtheit angeben kann, ein Bastard, wohl *nana* + *vulgata*; sie trat bei der Aussaat von neu bezogenem Saatgut auf, das aus lauter ganz kleinen Körnern bestand.

trockenen Zustand beruht also darauf, dass sie frisch mehr Wasser enthalten, und dies hängt wieder mit der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials zusammen, wie die Runzelbildung bei dem Austrocknen etc.¹⁾

Es ist das der Beweis dafür, dass die Grösse des Maiskornes von der Grösse der Fruchtschale abhängt. Ein Korn der *R. dulcis* weicht also von einem der *R. alba* (wenn wir von dem geringen Unterschied in der Färbung der Fruchtschale absehen) nur in einem Merkmal ab, das eine der *R. alba* fehlende Anlage braucht, in der chemischen Beschaffenheit des Endosperms; für die Grösse (das Volum) der Körner haben beide Rassen dieselbe Anlage, während z. B. die Rassen *alba* und *leucoceras* verschiedene haben müssen. Wie das Wachsthum der Fruchtschale von der Entwicklung von Keim und Endosperm unabhängig ist, haben wir schon gesehen (p. 109).

Nun ist freilich auf der andern Seite nicht ausser Acht zu lassen, dass auch das Wachsthum des Endosperms und des Keimes sich von dem der Fruchtschale frei machen kann — wenn sie die Fruchtschale sprengen und sich weiter entwickeln —; in anderen Fällen wird wohl die Schale noch etwas nachgeben, ohne zu springen, während sie umgekehrt auch auf die Entwicklung des Endosperms (Ausbildung des hornigen Theiles durch das Hemmniss, das sie bildet) von Einfluss ist.

Das Volum des Kornes, und damit, soweit die Beschaffenheit des Endosperms die gleiche ist, auch dessen Schwere, ist also das Ergebniss des Kampfes zwischen der (zu engen) Fruchtschale und dem Embryo und Endosperm, die sich noch weiter ausdehnen könnten; dabei bleibt die Fruchtschale meist Sieger, zuweilen nach anfänglichem Nachgeben. Die Existenz dieses letzteren soll nun noch bewiesen werden.

Es ist festgestellt worden, dass bei Kreuzung innerhalb derselben Rasse die Körner des Maises schwerer werden, als bei Selbstbestäubung (BEAL, 882, p. 452). Das muss auch für die Bastardirung gelten, so lange die sexuelle Verwandtschaft der vereinigten Rassen gross genug ist. Entsprechende Angaben hat z. B. MC CLUER (892) gemacht (vergl. auch SWINGLE und WEBBER, 897, p. 403), auch habe ich etwas Aehnliches (Zahl der Samen pro Pflanze) bei Erbsenbastarden beobachtet (900, a). Ich kann aber auch für das erste Jahr, das Jahr der Bastard-Bestäubung, eine Gewichtszunahme der Körner nachweisen; die Xenienkörner, durch Bestäubung der grosskörnigen *R. alba* mit der kleinkörnigen *R. nana* erzeugt, sind durchschnittlich schwerer, als die Körner der *R. alba*, die durch Selbstbestäubung entstanden sind. Da nun ausgeschlossen ist, dass die Beschaffenheit der Fruchtschale durch die

¹⁾ Ich habe leider versäumt, das Frischgewicht reifer Zuckermaiskörner zu bestimmen, beim Einquellen nehmen die einmal ausgetrockneten gewiss ihr Frischgewicht nicht mehr ganz an, sie werden ja auch kaum mehr ganz glatt.

Bastardbestäubung irgendwie geändert worden ist, und auch die Beschaffenheit des Endosperms die gleiche blieb, müssen das Endosperm und der Embryo, die durch die Bastardbestäubung entstanden sind, dem Widerstand der Fruchtschale gegenüber irgendwie stärker sein, als die bei Inzucht entstehenden; die Fruchtschale muss etwas nachgeben — ohne zu reissen.

Für die Vererbung haben wir also zunächst zweierlei Differenzen in der Körnergrösse unter den Rassen zu unterscheiden, primäre, für die besondere Anlagen in dieser Kategorie „Grösse“ vorhanden sein müssen, und secundäre, die als Folgeerscheinungen einer Anlage auftreten, die einer ganz andern Kategorie (chemische Beschaffenheit des Reservemateriales im Endosperm) angehört.

Scheinbar hätten wir bei den primären wieder drei Merkmalskategorien zu unterscheiden: Die Capacität der Fruchtschale, das Volum (oder Gewicht) des Endosperms und das Volum (oder Gewicht) des Embryos. Nach dem Ausgeführten dürfen wir uns im Wesentlichen auf die erste beschränken, die **Capacität der Fruchtschale**. Denn bei den grossen Differenzen, um die es sich hier handelt, kommen die geringen, durch das etwas variable Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm bedingten Schwankungen im absoluten Gewicht des Endosperms (Kategorie IX) nicht in Betracht.

C. Die Farbe der Körner.

Die Gesamtfarbe des Maiskornes hängt von der Färbung dreier verschiedener Partien ab, von der der Fruchtschale, der der Kleberschicht und der des übrigen Endosperms; sie liefert also drei Merkmalskategorien. Die Färbung der Kleberschicht ist entweder gleich der des übrigen Endosperms oder eine besondere, die bei den übrigen Endospermzellen nicht auftritt; es kommt nicht vor, dass von den beiden, dem übrigen Endosperm eigenthümlichen Färbungen die Kleberschicht die eine besässe, das übrige Endosperm die andere, dass sie etwa gelb wäre, wenn dieses weiss ist, oder weiss, wenn dieses gelb ist. Hievon abgesehen, sind alle diese Kategorien untereinander völlig unabhängig, ein bestimmtes Verhalten in dem einen Punkt verträgt sich mit jedem in einem anderen.

Fruchtschale und Endosperm kommen in zwei extremen Zuständen, in einem gefärbten und einem fast farblosen, vor — die Kleberschicht in drei, den zwei dem übrigen Endosperm eigenen und einem besonderen. Die Schwankungen in dem Charakter der Färbung sind gering, jene in der Intensität sehr gross. Eine localisirte Ausbildung des Farbstoffes, eine „Scheckung“, kommt nach meinen Erfahrungen bei dem eigentlichen Endosperm nur ganz ausnahmsweise vor, wohl aber bei der Kleberschicht, soweit der ihr eigene Farbstoff in Frage kommt, und bei der Fruchtschale.

Wir betrachten zunächst das Verhalten der einzelnen Kategorien für sich, um dann zu zeigen, wie sie die Gesamtfärbung des Kornes bedingen¹⁾).

a) Die Farbe der Fruchtschale.

(Kategorie III.)

Die Farbe der Fruchtschale schwankt zwischen weisslich, bräunlich-gelb, rosa, rothbraun und rubinroth. Völlig farblose Fruchtschalen sind mir nicht vorgekommen.

Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass mindestens zwei verschiedene, wenn auch vielleicht verwandte Farbstoffe vorkommen, ein rother und ein gelber, die sich auch gemischt in derselben Zelle finden. Genaueres scheint über sie nicht bekannt zu sein. Beide sind in kaltem Wasser, absolutem Alkohol, Aether, Chloroform und Benzol unlöslich, von kochendem Wasser wird etwas Farbstoff ausgezogen. Bei reinem Roth tritt auf den Zusatz von Kalilauge die Umfärbung in Blau ganz typisch ein, auch bei den Membranen, sonst wird die Farbe braun; Eisenchlorid gibt eine Umfärbung in Graubraun, ebenso Osmiumsäure. Die farblosen Membranen färben sich in Kalilauge gelb, andere Reactionen habe ich früher²⁾ beschrieben. — Der rothe Farbstoff ist wohl ein Anthocyan, über die Natur des gelben lässt sich gar nichts sagen.

Reines Roth, Rosa ohne eine merkliche Beimengung von Gelb habe ich nur gelegentlich an Körnern der Rassen *alba* und *vulgata* auftreten sehen, nie auf der ganzen Oberfläche, sondern in Flecken, oft fein gesprenkelt, nahe am Grunde der Körner. Doch kommt es offenbar auch als constante Färbung vor.³⁾

Das Rubinroth meiner *R. rubra* enthält neben viel Roth schon etwas Gelb. Es geht das aus der Entwicklungsgeschichte hervor (vergl. unten). Die microscopische Untersuchung lehrt, dass der Zellinhalt in der ganzen Dicke der Fruchtschale gefärbt ist, ziegelroth bis blutroth, während die Membranen nur nach Innen zu — etwa von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{5}$ an (von aussen gerechnet) — bis zur Kleberschicht, den Farbstoff besitzen; die dicken, getüpfelten Wände der äusseren Zellschichten (mit denen der Epidermis [*m* und *ep* bei MÖLLER's Fig. 84]⁴⁾) sind vollkommen farblos.

Die rothbraune Färbung der Fruchtschale bei der *R. Philippi* beruht darauf, dass die Färbung des Inhaltes neben einander liegender Zellen in allen möglichen Übergängen von reinem Rosa zu Orange (mit einem Stich ins

¹⁾ Die Mittheilung POISSON's „Sur la coloration des grains de Mais“ (Associat. franç. pour l'avanc. d. Sciences, 1878) konnte ich nicht vergleichen.

²⁾ CORRENS, C., Ueber die vegetabilische Zellmembran. Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. XXVI, p. 624 (1894).

³⁾ Es ist das wohl das „Krapproth“ KOERNICKE's (885, I. 337.).

⁴⁾ MÖLLER, J., Microscopie der Nahrungs- und Genussmittel. Berlin. 1886.

Bräunliche) schwankt. Für die einzelne Zelle ist die Färbung homogen, auch gleich stark, während die Intensität sich ebenfalls von Zelle zu Zelle ändert, hier fast null ist, dort sehr stark. Man sieht das auf Flächenschnitten besser als auf Längsschnitten. Der Farbstoff sitzt vor allem in der äusseren Hälfte der Schale, auch in den Membranen, ist aber dort viel schwächer. Je reiner das Roth ist, desto deutlicher ist bei Zusatz eines Alkali die Umfärbung in Blau (resp. Grauviolett).

Bei den blass bräunlichgelben Fruchtschalen ist die Farbe, soweit das festzustellen war, genau ebenso vertheilt, wie bei den rothen. Ganz farblos fand ich keine Fruchtschale, selbst bei den „weissen“ Rassen — *leucodon*, *alba* — ist das Endosperm nach Entfernung der Schale reiner weiss als zuvor; stark bräunlichgelbe Schalen hatten z. B. die Rassen *vulgata* und *dulcis*.

Bei allen Körnern nimmt die Färbung von der Mitte nach der Basis zu ab; die bräunlichgelblichen und die rothbraunen sind aber auch auf der Kuppe der Körner (um die Griffelbasis herum) deutlich heller gefärbt. Für die *R. rubra* (wo das nicht der Fall ist) wurde festgestellt, dass die Rothfärbung zuerst dort (um die Griffelbasis herum) auftritt, und zwar ziemlich spät, wenn das Korn seine definitive Grösse schon erreicht hat, etwa auf halber Dicke der Schale, und im Zellinhalt. Zunächst ist der Ton heller und mehr rothbraun (weil das Gelb stärker hervortritt), um dunkler und mehr roth zu werden in dem Masse, als mehr Anthocyan gebildet wird; die Grenze gegen den noch ungefärbten Theil ist verschwommen, und wie man mit der Loupe sieht, gestrichelt.

Die fast farblose oder gelbliche Fruchtschale kommt in zwei erblichen Modificationen vor: gut durchsichtig, wenn ihre Zellen keine Luft führen, und wenig durchsichtig, wenn sie lufthaltig sind. Bei ganz unreif getrockneten Körnern dürfte bei allen Rassen die Schale lufthaltig werden, bei den völlig reifen Körnern ist sie, je nach der Rasse, bei allen Körnern aller Individuen gleich, entweder gut oder wenig durchsichtig; letzteres ist der seltenere Fall (*R. coeruleodulcis* und *cyanea*). Eine Ausnahme schienen einzelne Kolben der *R. vulgata* und *acuminata* zu bilden, bei denen die sonst durchsichtige Fruchtschale undurchsichtig war, vielleicht waren sie doch nicht ganz reif geworden. — Bei stark gefärbten Fruchtschalen habe ich nie etwas von einem Luftgehalt beobachtet, vielleicht weil das Zellumen von Farbstoffmassen ausgefüllt wird.

Ob sich die Fruchtschale so oder so verhält, ist von Einfluss auf die Gesamtfärbung des Kornes, wie später gezeigt werden wird (p. 122).

Schliesslich sind noch einige Erscheinungen zu besprechen, die auf die Farbe der Fruchtschale und damit auf die des ganzen Kornes von Einfluss, aber mehr krankhafter Natur und — sicher zum Theil, wahrscheinlich aber alle — nicht erblich sind.

Nicht selten findet man Kolben, deren Körner fein weiss gestreift erscheinen, besonders auffällig bei blauen und gelben Körnern. Die Streifen verlaufen stets in der Richtung, in der die Zellen des äusseren Theiles der Fruchtschale gestreckt sind; es sind nichts anderes, als luftführende Partien derselben, die gewöhnlich durch einen Spalt mit der Atmosphäre in Verbindung stehen.¹⁾ Die microscopische Untersuchung lehrt, dass die ersten Spuren einer Veränderung in den dicken Mittellamellen auftreten, es bilden sich Lücken, die sich vergrössern, auch in der secundären Zellmembran entstehen solche; schliesslich verschwinden die Mittellamellen streckenweise ganz, die secundären Lamellen theilweise. Organismen, auf deren Thätigkeit sich diese Veränderungen zurückführen liessen, waren nicht zu finden, weder Pilze noch Bacterien, auch nicht durch verschiedene Tinktionen; doch ist an ihrem Vorhandensein kaum zu zweifeln.

Wiederholt wurde bei schwach gefärbten Fruchtschalen das Auftreten brauner, breiterer oder schmalerer Streifen und Flecken beobachtet. Fig. 104, Taf. I stellt einen solchen Fall bei der *R. nana* dar. Die Färbung sitzt vorzüglich oder allein in den Zellmembranen. Ob die Veränderung erblich ist, wurde nicht geprüft, wahrscheinlich ist auch sie pathologischer Natur; sie trat nur bei einzelnen Körnern eines Kolbens auf. Bastardirung ist bei ihrer Entstehung absolut ausgeschlossen, beachtenswerth ist die Aehnlichkeit mit weiss (oder gelb) und roth gestreiften Körnern.

Endlich wurde, ebenfalls bei Fruchtschalen, die sonst schwach gefärbt waren, die Bildung eines stark gelben Farbstoffes beobachtet, der dem Korn die Gesamtfarbe der *R. gilva* oder *vulgata* geben kann, während man beim Anschneiden ein weisses Endosperm findet (Taf. I, Fig. 105). Diese Veränderung ist zweifellos pathologischer Natur, sie beginnt an der Basis der Kolben und wurde nur bei solchen beobachtet, deren Spindel etwas angefault war, kann aber sehr leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Der Farbstoff sitzt in den Membranen und wird von destilliertem Wasser ausgezogen.

b) Die Farbe der Kleberschicht.

(Kategorie IV.)

Die Kleberschicht ist entweder in gleicher Weise gefärbt, wie die darunterliegenden Partien des übrigen Endosperms, oder bildet ihren eigenen Farb-

¹⁾ Legt man solche Körner in Wasser, so verschwinden die Streifen, weil das Wasser die Höhlungen ausfüllt, beim Austrocknen erscheinen sie wieder. Je dunkler der Hintergrund, desto auffälliger sind natürlich die Streifen; bei weissen Körnern fallen sie nur auf, wenn (nachträglich) dunkle Pilze sich in die Lücken eingenistet haben.

stoff aus, dessen Nuance zwischen blau und rothviolett schwankt. Diese Färbung besaßen drei Rassen: *cyanea*, *coeruleodulcis* und, in etwas abweichender Nuance, *cyanornis*.

Feine radiale oder tangentielle Schnitte, in Mandelöl (oder Xylol etc.) untersucht, lehren, dass die Färbung ganz ausschliesslich durch die Aleuronkörner zu Stande kommt¹⁾. Sowohl bei der *R. cyanea* als bei der *R. coeruleodulcis* kann bei den einzelnen Körnern in direct nebeneinander liegenden Zellen und auch in derselben Zelle die Nuance zwischen reinem Kobaltblau und Krapproth, also einem Roth mit einem merklichen Stich ins Blau schwanken, die meisten sind violett, bald mehr blauviolett, bald mehr rothviolett. Die Intensität ist ebenfalls sehr verschieden, kleine Körner können stärker gefärbt sein als grosse, ebenso kann die Gesamtfarbe einer Kleberzelle alle möglichen Abstufungen aufweisen, von intensivem Blauviolett bis zu eben noch erkennbarem Blassblau herab; dabei können alle Aleuronkörner annähernd gleich stark gefärbt sein. Der Farbstoff ist in Wasser löslich, Essigsäure verwandelt das Blau und Blauviolett in Roth, er ist also ein Anthocyan; das Magma, in dem die Körner eingebettet liegen, ist stets farblos, ebenso die Wand der Kleberzellen.

Der Farbstoff tritt erst spät auf, wenn das Korn annähernd ausgewachsen ist, zuerst um die Griffelbasis herum, gewöhnlich so, dass die Spitze des Kornes gesprenkelt erscheint, und rückt in gleicher Weise, also im Zickzack, vor, während hinterher die kleinen Flecken zu einem grossen Fleck zusammenschmelzen. Der Saum kann mehr roth oder mehr blau sein, später erst kommt für das blosse Auge die violette Gesamtfärbung zu Stande (Fig. 100—102, Taf. I).

Die Kleberschicht bedeckt bekanntlich auch den Embryo. Diese Partie ist aber gewöhnlich nur vom Rande aus mehr oder weniger weit hinein gefärbt, sonst farblos. Als Ausnahme habe ich auch beobachtet, dass der Keimling denselben Farbstoff führte, vor allem das Scutellum, und hier wieder die Epidermis, dann der Cotyledon, besonders an der Spitze, wieder in der Epidermis am stärksten; die Gefässbündel beider, die Spaltöffnungen und die Knospe selbst blieben farblos, dagegen war hier die ganze Kleberschicht rundum gefärbt. In den Epidermiszellen des Cotyledon und des Scutellum war deutlich zu sehen, dass auch diese Färbung auf der Anwesenheit violetter Aleuronkörner beruhte. — Das Endosperm fand ich nie gefärbt.

Bringt man Schnitte durch das Endosperm und die Kleberschicht einer weissen oder gelben Rasse in eine Lösung von Anthocyan in Glycerin — wie man sie z. B. durch Extraction der Häute blauer Trauben mit concentrirtem Glycerin erhalten kann —, so sieht man, dass die Aleuronkörner das Anthocyan

¹⁾ Man sieht oft deutlich, wie die gefärbte Masse das farblos bleibende, wie eine Vacuole aussehende Globoid umschliesst.

speichern. Doch färben sich alle gleich, nicht ein Theil mehr roth, ein Theil mehr blau. Dasselbe thun aber auch die Wände der Kleberzellen; der Farbstoff kann also bei den blauen Rassen nicht als solcher einwandern (weil hier die Wände farblos bleiben), er muss in den Kleberzellen gebildet werden, eine Thatsache, die, wegen der Xenienbildung, noch besonders festgestellt werden musste.

Bei den Xenien und den Bastarden zeigte sich, dass sich das Violett in Blau und Rothviolett trennen kann, es treten selbst am selben Korn und nebeneinander blaue und violette Flecken auf (z. B. Fig. 65—72, Taf. I.). Durch geeignete Auswahl bei der Aussaat würden sich wohl aus der *R. cyaneu* rein blaue und rothviolette Rassen züchten lassen; die einen werden der *var. caesia*, die anderen der *var. violacea* KOERNICKE's entsprechen. Für die Vererbungsfragen unterscheiden wir im Folgenden einfach zwischen blauer und nicht blauer Kleberschicht, ohne die mehr rothe und die mehr blaue Nuance zu trennen; es wäre aber wünschenswerth, ihr gegenseitiges Verhalten bei der Bastardirung zu kennen. Es ist wohl sicher, dass beide dieselbe Anlage besitzen und dass die Entfaltung oder Nichtentfaltung einer Anlage aus einer andern Kategorie die Nuance bedingt.

Die Aleuronkörner können auch gelblich gefärbt sein, wie wir gleich sehen werden, es ist das, meines Wissens, der erste Fall, dass die gleichen Gebilde Träger eines blauen bis rothen, anthocyanartigen Farbstoffes und eines gelben (lipochromartigen?) sein können, es sind eben keine Chromatophoren, sondern Vacuolen mit festem Inhalt. Es war mir nicht möglich, festzustellen, ob bei Xenien blaue und gelbliche Körner in der selben Zelle vorkommen können; bei den untersuchten Xenien der *R. coeruleodulcis* auf der *R. vulgata* war eine Färbung der nicht blauen Aleuronkörner überhaupt nicht erkennbar.

e) Die Farbe des (übrigen) Endosperms.

(Kategorie V.)

Soweit die Kleberschicht nicht ihren besonderen Farbstoff ausgebildet hat, zeigt sie das Verhalten des übrigen Endosperms, wie wir bereits sahen.

Das Endosperm ist entweder fast farblos oder gelb gefärbt. Im ersten Fall wird das Weiss durch den gelblichen Ton der Fruchtschale stets etwas verdeckt, ich kenne keinen „weissen“ Mais, bei dem die Körner nicht nach dem Abziehen der Schale reiner weiss wären. Ganz farblos ist kein Maisendosperm. So weit es mehlig ist, erscheint es schneeweiss, je mehr es aber hornig und glasig wird, desto deutlicher tritt eine blasse, gelblich-bräunliche Färbung hervor; bei der *R. leucoceras* und der *R. dulcis* ist sie am deutlichsten (Fig. 5—8, 20—22, Taf. I.). Weicht man ein solches Korn in Wasser ein, so wird es undurchsichtig und weisser, bei der *R. leucoceras* kann es ganz wie eines

der *R. alba* aussehen, was bei der *R. dulcis*, die mir vorlag, wegen der bräunlicheren Fruchtschale nie ganz geschah. Im zweiten Fall schwankt die Intensität vom blassesten Gelb bis zu tiefem Orange, die Nuance zwischen rein Gelb und Orange. Die Färbung nimmt von innen nach aussen zu, der mehlig Theil war bei ganz reifen Körnern stets rein weiss, die Kleberschicht am intensivsten gefärbt (soweit sie nicht ihren eigenen Farbstoff ausgebildet hat). Das ganze Korn erscheint demnach dort heller, wo der mehlig Theil des Endosperms näher an die Oberfläche herankommt; bei der gelben Rasse des Pferdezahnmaises muss deshalb die Kuppe des Kornes mit ihren „Kunden“ heller sein als die Kuppe eines Kornes der *R. vulgata*.

In der Kleberschicht sind ganz unzweifelhaft die Aleuronkörner die Träger des gelben Farbstoffes; sehr zarte Schnitte aus dem trockenen Korn, in Mandelöl untersucht, lehren, dass sie ganz blass-gelblich sind und in einem völlig farblosen Magma liegen. Bei den übrigen Endospermzellen ist, bei gleicher Behandlung der Schnitte, soviel sicher auszumachen, dass die Färbung in den Plasmalamellen (und nicht etwa in den Stärkekörnern oder Zellmembranen) sitzt; doch gelang es mir nicht, besondere Farbstoffträger nachzuweisen. Legt man die Schnitte, statt in Oel, in Wasser, so sieht man, wie schon lang bekannt, dass die Plasmalamellen zwischen den Stärkekörnern fast allgemein „Körnchen“ führen. Nach der Tinktion mit Säurefuchsin treten diese durch ihre intensiv rothe Farbe noch besonders hervor. Als ich aber (nach ZIMMERMANN)¹⁾ die Schnitte mit einer gesättigten Lösung von Pikrinsäure und Sublimat in absolutem Alkohol behandelt hatte, um allenfalls vorhandene Chromatophoren lege artis nachzuweisen, erhielt ich nach der Tinktion mit Säurefuchsin gerade das umgekehrte Bild: ein rothes Netzwerk mit (fast) farblosen Maschen. Die genauere Untersuchung lehrte, dass das Sublimat die Körnchen aufgelöst hatte. Ob diese Körnchen, wie die Aleuronkörner (diese lösen sich nicht in Sublimatalkohol), die Träger des Farbstoffes sind, muss unentschieden bleiben; in Oel liegende Schnitte lassen sie nicht unterscheiden, in Wasser wird die Masse so trüb, dass die Farbe verschwindet.

Angaben über die Natur des Farbstoffes habe ich nicht finden können. Er erinnert in vielen Punkten an das Carotin. In Wasser (und in Mandelöl) ist er unlöslich, lässt sich aber leicht mit Aether, Alkohol, Chloroform, Benzin, Benzol, Schwefelkohlenstoff ausziehen; dasselbe Quantum Material (ein Polenta-Mehl) gab mit derselben Menge des Lösungsmittels verschiedene Lösungen, nicht nur in der Intensität, sondern auch in der Nuance. So war vor allem die Lösung in Schwefelkohlenstoff ziegelroth, gleichgiltig, ob sie direct aus dem Mehl oder aus dem Rückstand hergestellt wurde, der nach dem Verdunsten der reingelben Benzollösung übrig blieb. Soweit stimmt der Farbstoff mit dem Carotin überein. Als ich aber die alkoholische Lösung

¹⁾ A. ZIMMERMANN, Die botanische Microtechnik. §. 351.

nach dem Recepte HANSEN'S¹⁾, das auch ZOPF²⁾ befolgte, verseifte, aus-salzte und extrahirte, erhielt ich wohl einen strahlig-krystallinischen Rück-stand, der jedoch mit conc. Schwefelsäure braun, nicht grün oder blau wurde und mit Jodkaliumlösung nicht reagirte. Danach wäre der Farbstoff kein Carotin, und die Thatsache, dass er nicht an Chromatophoren gebunden ist, kann dies Resultat nur noch wahrscheinlicher machen. Die Reaction mit Schwefelsäure würde auf das „Anthochlor“ HANSEN'S³⁾ passen, das aber in Wasser löslich ist und aus der alkalischen Lösung von Petroläther nicht aufgenommen wird. Der Farbstoff stimmt aber auch mit keinem der übrigen bekannten gelben überein; eine genaue Untersuchung würde sich um so mehr empfehlen, als das Material dazu leicht in relativ grosser Menge zu erhalten ist.

Für die Rassen, deren Endosperm tief orange ist, einen besonderen Farb-stoff anzunehmen, scheint mir in Hinsicht auf das Verhalten des gelben Polenta-Mehles verschiedenen Lösungsmitteln gegenüber, unnöthig.

Das unreife, aber ausgewachsene Korn der *vulgata*-Rasse sieht ganz blass-gelb und matt aus, die tiefgelbe Farbe und damit der Glanz zeigt sich zuerst um den Griffel herum, gleichzeitig wird der äussere Theil des Endosperms hornig (Fig. 103, Tafel I). Unreif gesammelte Kolben behalten die blassgelbe Farbe der Körner und ihr mattes Aussehen, ohne dass sie auffällig schrumpften. Das hat wohl auch schon Täuschungen veranlasst. Eine Ursache von solchen bei der Beurtheilung der Färbung können auch die Sprünge im Endosperm abgeben, die bei vielen Rassen mit dem Austrocknen auftreten, stets radial verlaufen, die Kleberschicht nicht durchsetzen und sich nach innen zu erweitern. Durch die Reflexion des Lichtes an den Spaltflächen kann die Hälfte eines Kornes, die dem einfallenden Licht zugekehrt ist, viel heller gefärbt erscheinen, als die abgewandte; dreht man das Korn um 180°, so ist die früher helle Hälfte dunkel, die früher dunkle hell. Schneidet man den Sprung an und lässt ihn sich mit Nelkenöl füllen, so verschwindet die Farbendifferenz bis auf Spuren — die von der Differenz im Brechungsvermögen zwischen der Substanz des Endosperms und des Nelkenöls herrühren. Fig. 35, Taf. I. mag als Beispiel für den Einfluss der Sprünge auf die Färbung dienen.

d) Die Gesamtfarbe der Körner.

Die Gesamtfarbe resultirt aus der Färbung der einzelnen Schichten. Berücksichtigen wir nur die Extreme — annähernde Farblosigkeit und inten-sive Färbung —, so sind 8 verschiedene Combinationen möglich, die mir auch

¹⁾ HANSEN, A., Der Chlorophyllfarbstoff. Arb. d. Botan. Inst. in Würzburg, Bd. III, p. 126 (1884).

²⁾ ZOPF, W., Cohn's Haematochrom ein Sammelbegriff. Biolog. Centralblatt, XV, p. 416 (1895).

³⁾ HANSEN, A., Die Farbstoffe der Blüten und Früchte. S. A. aus d. Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. N. F. XVIII. Bd.

alle vorliegen, die meisten (1, 2, 3, 5, 7) bei constanten Rassen, einzelne (4, 6, 8) nur bei Bastarden zwischen jenen, aus denen sich aber constante Rassen ziehen liessen. Sie sind in der folgenden Uebersicht aufgezählt.

Fruchtschale	Farbe von		Gesammtfarbe der Körner	Rassen
	Endosperm	Kleberschicht		
weisslich bis gelblich.	weisslich bis gelblich.	weisslich bis gelblich.	1. weisslich bis gelblich.	<i>alba, dulcis, leucoceras, leucodon.</i>
		blau bis violett.	2. blaubisviolett.	<i>coeruleodulcis, cyanea, cyanornis.</i>
	blassgelb bis gelborange u. orange.	blassgelb bis gelborange u. orange.	3. blassgelbb. gelborange u. orange.	<i>gilva, acuminata, vulgata, nana.</i>
		blau bis violett.	4. schmutzig grün blau od. violett.	—
roth oder braun.	weisslich bis gelblich.	weisslich bis gelblich.	5. roth oder rothbraun.	<i>rubra.</i>
		blau bis violett.	6. schwarz.	—
	blassgelb bis gelborange u. orange.	blassgelb bis gelborange u. orange.	7. roth oder rothbraun.	<i>Philippi.</i>
		blau bis violett.	8. schwarz.	—

Ist die Fruchtschale ausgesprochen gelblich, so verräth sich das auch bei einer blauen Kleberschicht deutlich durch einen auffälligen Stich ins Grüne; ist sie rothbraun oder roth, so lässt sich gewöhnlich nicht sagen, ob das Endosperm weisslich oder gelb ist, ohne dass man das Korn anschneidet. Eine etwas stärker blaue Kleberschicht verräth sich dagegen stets.

Je nachdem die Fruchtschale lufthaltig und in Folge dessen mehr oder weniger opak, oder luftfrei und durchsichtig ist, ändert sich die Gesammtfarbe des Kornes, nicht bloss in der Stärke, auch in der Nuance. Bei gleich intensiver Blaufärbung der Kleberschicht kann es hellblaugrau oder intensiv und rein blauviolett erscheinen. — Ein Korn mit orangegelbem Endosperm unter einer lufthaltigen Fruchtschale sieht ausgesprochen heller und röthlicher gelb aus.

D. Die Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm.

Als Reservematerial findet sich, ausser Eiweisskörpern und den gleich zu besprechenden Kohlenhydraten, auch fettes Oel. Die Variationen in der Menge desselben konnten hier leider nicht berücksichtigt werden. KÖRNICKE und WERNER (885, II, p. 772—819) theilen 17 Analysen von Maiskörnern

verschiedener Sorten mit, die SALISBURY¹⁾ ausgeführt hat, und nach denen der Oelgehalt zwischen 3,80% einerseits (Chinese Tree Corn) und 6,98% (Large withe Pop Corn) und 9,92% (Large Rhode Island sweet) andererseits schwankt. Es giebt also auch hier offenbar charakteristische Rassenunterschiede, deren Verhalten ein genaues Studium verdiente. Da (wieder nach KÖRNICKE und WERNER, 885, II, p. 821) $\frac{2}{3}$ des Oeles im Embryo stecken, und das Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm nach den Rassen verschieden sein kann, müssten die Zahlen für beide getrennt ermittelt werden; es wäre auch nicht ausser Acht zu lassen, dass das Trockengewicht der Körner bei den auf den ersten Blick besonders ölreichen Zuckermaisrassen geringer ist als bei den übrigen Rassen, die Zahl also höher erscheinen muss, wenn man, wie das der Brauch, den Fettgehalt für das trockene Korn angiebt.

Nach den Kohlenhydraten können wir die Rassen in zwei Gruppen scheiden, in eine, bei der das Endosperm des völlig reifen Kornes fast nur Stärke führt, und in eine, bei der statt der (ursprünglich vorhandenen) Stärke zum grössten Theil einfachere Verbindungen — Amylodextrin, Dextrin, Dextrose — vorhanden sind.

Neben dieser Differenz im chemischen Verhalten kommt (in der ersten Gruppe) noch eine im Luftgehalt des Endosperms, also im physikalischen Verhalten, vor, die, wie wir sehen werden, von der Ausbildung der Stärkekörner abhängt. Das Verhalten des Reservematerialies bietet uns also (mindestens) zwei Merkmalskategorien.

a) Die chemische Beschaffenheit des Endosperms.

(Kategorie VI.)

Bei den meisten Rassen sind die Zellen des Endosperms — von der Kleberschicht abgesehen — mit Stärkekörnern ausgefüllt. Im Gegensatz dazu führen die Endospermzellen der Zuckermais-Rassen, Gruppe *saccharata* KOERNICKE (mit Ausnahme von *Z. Mays rugosa* Bonaf., den ich nicht untersuchen konnte), im völlig reifen Korn einen gummiähnlichen Stoff und daneben oft noch Stärke in kleinen Körnern und in sehr wechselnder Menge. Am meisten Stärke ist stets an der Peripherie des Endosperms, nahe, nicht direkt unter der Kleberschicht, und dort, wo das Endosperm an den Keimling grenzt, vorhanden, ferner im unteren (baiscopen) Theil und um etwa vorhandene luftführende Höhlungen herum.

¹⁾ SALISBURY, Maize or Indian Corn. Transact. of the N. Y. st. Vol. VIII. (Citirt nach KÖRNICKE und WERNER, 885, II, p. 772). — Analysen, aus denen ein ähnliches Schwanken des Oelgehaltes nach den Rassen hervorgeht, sind von HARZ (885, z. B. p. 1240) mitgetheilt worden; neuere Untersuchungen (z. B. SHUTTLEWORTH, Ph. T. a. Tr. 1886 und LLOYD, Am. J. of Ph. 1888) waren mir nicht zugänglich.

Die gummiähnliche Substanz, die hier statt der Stärke als Reservematerial vorhanden ist, wird als Dextrin bezeichnet. Eine genauere Untersuchung scheint noch zu fehlen; ich kenne nur eine alte, von KOERNICKE und WERNER (II, p. 861) citirte Analyse der Zuckermaiskörner von SALISBURY, die ich hier wiedergebe; zum Vergleich sind die Analysen der Körner von zwei, wohl unter gleichen Verhältnissen gewachsenen Rassen aus der *vulgaris*-Gruppe, ebenfalls von SALISBURY ausgeführt, beigegeben.

	Stärke	Zucker und Extrakt	Holz- faser	Protein	Zein und Glutin	Oel	Dextrin und Gummi	Wasser
<i>Large Rhode Island-Sweet Corn</i>	15,16	20,80	13,04	15,64	3,68	9,92	12,32	10,22
<i>Large eight rowed Yellow Flint Corn</i>	42,03	12,52	9,80	6,58	7,32	4,35	6,28	11,18
<i>Small white Flint Corn</i>	56,35	12,30	6,88	4,48	3,63	4,60	3,35	8,56

Wenn das Korn völlig reif ist, aber noch nicht auszutrocknen begonnen hat, sieht es wie ein Korn der Rassengruppe *vulgaris* aus; in dem Masse aber, als es sein Wasser verliert, wird es runzlig, mit scharfen Kanten und flachen

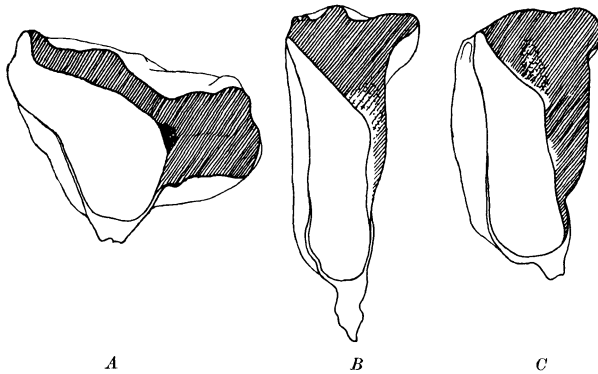


Fig. 4. *R. coeruleodulcis*. Sagittalschnitte durch drei lufttrockene Körner, zwei von gewöhnlicher Beschaffenheit, aber verschiedener Form, A (isolirt stehend) und B (geschlossen stehend), eines, C, fast ungefaltet. Der glasige Teil des Endosperms ist schraffirt, der mehlig weiss gelassen, stärkereiche, glasige Partien sind punktirt und schraffirt. (⁴⁰/₁₀.)

Rinnen (Textfig. 4, 5; Fig. 20, 21, 25, 26, Taf. I). Weicht man es genügend lang ein, so schwillt es wieder auf und wird glatt oder fast glatt; trocknet es zum zweiten Mal aus, so treten die alten Runzeln wieder auf. Beim ersten Mal sind sie zufällig entstanden, beim zweiten Mal zeigen sich annähernd wieder dieselben, offenbar, weil beim Einquellen der ursprüngliche Zustand doch

nicht mehr ganz erreicht wird. — Schält man ein reifes, aber noch nicht ausgetrocknetes Korn, so wird es später nicht oder nur wenig faltig, ein Beweis dafür, dass die Fruchtschale an dem charakteristischen Aussehen

des trockenen Zuckermaisornes Schuld ist, indem sie sich in tangentialer Richtung nicht stark genug zusammenziehen kann (Fig. 24, Taf. I.).

Hin und wieder findet man wenig faltige, ja sogar fast glatte Zuckermais-körner. Diese besitzen ein Endosperm von derselben chemischen Beschaffenheit, aber einen Luftraum, der grösser ist als gewöhnlich; sie sind auch etwas stärker mehlig (Textfig. 4, C, 5, B; Fig. 22, Taf. I.).

Die microscopische Untersuchung eines fast ausgewachsenen Kornes¹⁾ lehrt, dass die gummiähnliche Masse relativ spät aus Stärke entsteht, also so gut wie sicher aus Amylodextrin, Dextrin und Dextrose resp. Maltose besteht, eventuell weiteren Zwischenstufen zwischen Stärke und diesen beiden Stoffen. Man kann zwei Typen unterscheiden, nach denen die Umwandlung der Stärke erfolgt.

Beim ersten Typus, den ich vorzüglich an der Peripherie des Endosperms fand, verwandelt sich das Stärkekorn von der Oberfläche aus in eine schwächer brechende, fein punktirte Masse, die sich mit Jodlösung blass violett bis orangebraun färbt, oder fast farblos bleibt, während der immer kleiner werdende Kern die gewöhnliche Stärkereaction giebt. Zuweilen findet man statt eines solchen Kernes mehrere oder eine ganze Menge. Die Punktirung ist so fein, dass es unentschieden bleiben musste, ob sie durch Körnchen oder Waben bedingt wird; für die eine Annahme spricht der unmittelbare Eindruck des Bildes, für die andere die unzweifelhaften Waben des zweiten Typus. Später verschwindet die Punktirung, und die Endospermzelle ist mit einer homogenen, durchsichtigen Masse erfüllt, die durch die zarten Plasmalamellen, die beim Endosperm vom *vulgaris*-Typus die Stärkekörner trennen, gekammert wird. Oft wird nicht der Inhalt der ganzen Zelle gleich weit metamorphosirt.

Beim zweiten Typus, der im Innern des Endosperms häufiger schien, bilden sich im Innern des Stärkekornes Waben, die sich beim Austrocknen mit Luft füllen, während der peripherische Theil homogen bleibt. Der Inhalt der Endospermzelle stellt dann eine undurchsichtige Masse dar, die im auffallenden Licht weiss, im durchfallenden bräunlich ist.

Diese Vorgänge müssen noch genauer untersucht werden; mir genügte es, nachzuweisen, dass die chemische Beschaffenheit des Endosperms beim Zuckermais durch eine Fermentwirkung auf ein gewöhnliches, stärke-reiches Endosperm bedingt sein kann.

b) Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms.

(Kategorie VII.)

Es handelt sich hiebei um den Luftgehalt des trockenen Endosperms und dessen hiedurch bedingtes Aussehen.

¹⁾ Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf die *R. coeruleodulcis*, und zwar auf Körner, die sich eben zu färben begannen. Die Schnitte durch das Alkoholmaterial wurden zunächst in concentrirtem Glycerin untersucht.

Das Protoplasma bildet in den Endospermzellen bekanntlich ein System von Kammern oder Waben; in jeder Wabe liegt ein einfaches (oder etwas zusammengesetztes) Stärkekorn, oder die Dextrinmasse, die aus einem solchen hervorgeht. Darnach sind zwei Rassengruppen zu bilden, die sich von vorn herein verschieden verhalten: Im ersten Fall kann der Luftgehalt der Zelle verschieden sein, je nachdem das Stärkekorn die Wabe ausfüllt oder nicht ausfüllt, im zweiten bedingt die Beschaffenheit der Dextrinmasse von vornherein, dass beim Austrocknen keine Luft eindringen kann, sowenig, wie in eintrocknenden Gummischleim.

Wenn daher das Endosperm der Zuckermaisrassen im Grossen und Ganzen beim Austrocknen glasig wird, wie ein Stück Gummi, so beruht das

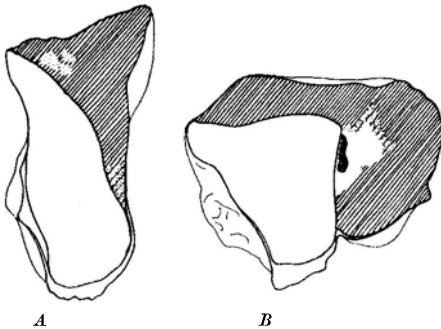


Fig. 5. *R. dulcis*. Sagittalschnitte durch ein (lufttrockenes) Korn von gewöhnlicher Beschaffenheit (A) und ein fast ungefaltetes (B). Der glasige Teil des Endosperms ist schraffirt, der mehlig weiss gelassen, stärke-reiche und glasige Partien sind punktiert und schraffirt. ($40/10$.)

auf der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials, es braucht keine besondere Anlage dafür, wie wir sie z. B. für die Ausbildung eines ganz hornigen Endosperms, statt eines stark mehlig-annehmlichen, annehmen müssen. Soweit die Stärke nicht umgewandelt wird, soweit kann das Korn mehlig sein (Textfig. 4, 5). Im Folgenden beschäftigen uns nur Endosperme mit Stärke als Reservematerial.

Im einen Extrem füllt das Stärkekorn seine Kammer vollständig aus, es ist also kantig, und der ganze Zellinhalt eine hyaline Masse. Im andern Extrem ist das Stärkekorn viel zu klein hierfür; es ist rundlich und im trockenen Korn füllt Luft den Raum zwischen ihm und der Kammerwand aus, die Zelle sieht in Folge dessen opak, weiss, aus. Dazwischen gibt es alle Uebergänge. Die Theile des Endosperms, die aus Zellen der ersten Art bestehen, nennt man bekanntlich hornig (oder auch, weniger charakteristisch, glasig), die Theile, die aus den weissen Zellen bestehen, mehlig¹⁾.

Wenn hornige Theile vorhanden sind, liegen sie stets an der Peripherie des Endosperms, ihr Uebergang in die mehlig ist unter dem Microscop stets

¹⁾ Im mehlig Teil des Endosperms findet man ziemlich viele zusammengesetzte Stärkekörner. Sie sind schon NÄGELI (Stärkekörner, p. 409, Tab. XXIII, 6, e. g. 1.) aufgefallen.

ein ganz allmählicher, auch wenn bei macroscopischer Betrachtung die Grenze recht scharf zu sein scheint¹⁾).

In dem mehligem Theil findet man endlich oft eine luftführende Höhle von verschiedener Grösse, über deren Entstehung ich keine Beobachtungen gemacht habe, die sich aber gewiss zum Theil erst beim Austrocknen des Kornes, durch Zerreißen des Endosperms, bildet.

Das Volumverhältniss des mehligem Theiles zum hornigen ist beim reifen Korn für jede Rasse annähernd constant, ebenso auch die Lage des einen im andern. Man kann darnach vier Typen unterscheiden.

Beim ersten Typus, dem **vulgaris-Typus** (Textfig. 6, 7), fallen auf dem Längsschnitt durch das Korn beide Theile etwa gleichmässig auf, obschon der mehligem, dem Volum nach, nur etwa den neunten Theil des hornigen ausmachen mag.

Der zweite und der dritte Typus weichen in den zwei entgegengesetzten Richtungen von dem ersten ab. Beim zweiten, dem **indurata-Typus**²⁾, tritt der mehligem Theil dem hornigen gegenüber noch mehr zurück (Textfig. 8, 2, 11). Beim dritten, dem **amylacea-Typus**, weicht umgekehrt der hornige Theil zurück, und zwar überall gleichmässig. Bei der von mir untersuchten Rasse Brazilian Flower bedeckte er den mehligem Theil als eine ganz dünne Schicht, bei dem Cuzko-Mais fehlte er selbst direct unter der Kleberschicht (Textfig. 9).

Beim vierten Typus endlich, der **dentiformis-Typus** heissen mag, weil alle Pferdezahnrassen hieher gehören, ist der mehligem Theil des Endosperms auch stärker entwickelt, als beim *vulgaris*-Typus, tritt aber nur an einer Stelle, auf der Kuppe des Kornes, nahe an die Kleberschicht heran, während auf den Seiten der hornige Theil so stark entwickelt ist, wie bei dem *vulgaris*-Typus (Textfig. 10, A, B).

Der mehligem Theil des Endosperms schrumpft beim Austrocknen stärker als der hornige. Bei den drei ersten Typen bleibt die Form des Kornes dabei unverändert, nur werden, vor allem beim *vulgaris*-Typus, Risse im mehligem Theil auftreten, und schon vorhandene Höhlungen vergrössert werden. Beim vierten (*dentiformis*-) Typus dagegen sinkt die Spitze der Körner ein, indem die Fruchtschale und die dünne hornige Schicht nachgeben und Falten werfen können, während auf den Seiten des Kornes der starke Ring aus hornigem Gewebe weitere Deformationen verhindert. Die charakteristische Form der Pferdezahnkörner mit ihren „Kunden“ (Textfig. 10, B; Fig. 3, 4, Taf. I)

¹⁾ PAYEN (Mémoire sur l'amidon, p. 23, Ann. Sc. nat. 1838, II, cit. n. d. Sep. Abdr.) dürfte zuerst die Beschaffenheit des Endosperms auf die der Stärkekörner zurückgeführt haben.

²⁾ „*Indurata*“ hat STURTEVANT alle stark hornigen Rassen genannt (886), diese „*Agricultur-species*“ umfasst also auch unseren *vulgaris-Typus*. Statt einen neuen Namen zu creiren, wollte ich lieber den alten in verändertem Sinn brauchen.

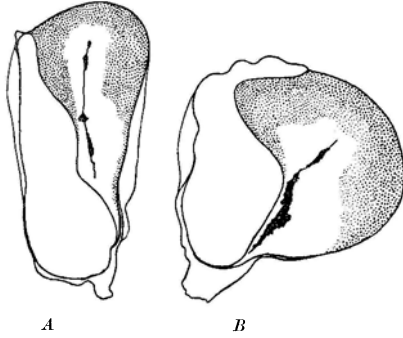


Fig. 6. *R. vulgata*. Sagittalschnitte durch zwei Körner verschiedener Pflanzen, das eine, A, geschlossen stehend, das andere, B, isolirt stehend. Der mehligte Teil des Endosperms mit luftführenden Spalten ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($40/10$.)

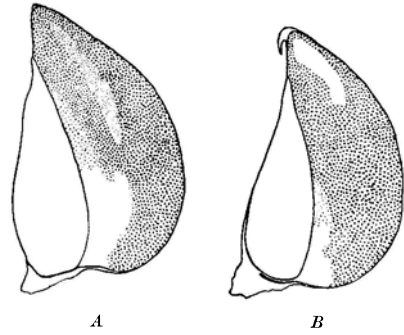


Fig. 8. *R. leucoceras*. Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligte Teil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($40/10$.)

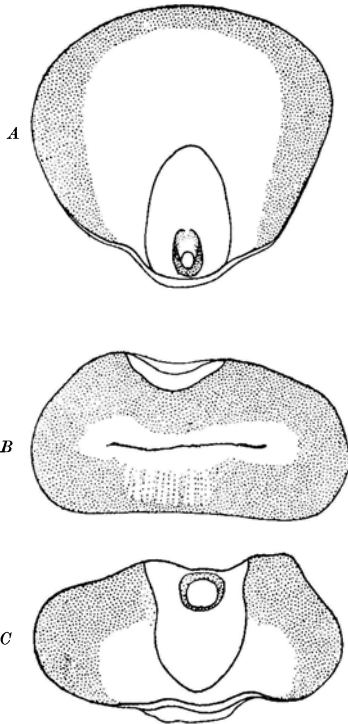


Fig. 7. *R. vulgata*. A Frontalschnitt, B, C Querschnitte durch reife Körner, B nahe der Kuppe, im breitestenTheil des Kornes, C weiter unten. Der mehligte Teil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($40/10$.)

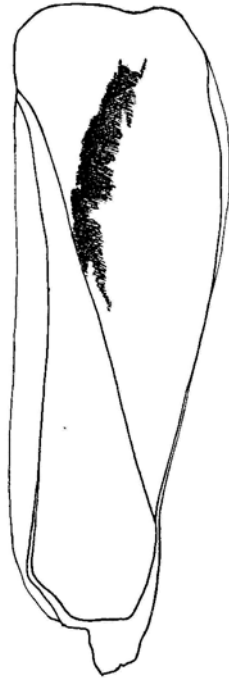


Fig. 9. *R. macrosperma*. Kl. („Cuzko“). Sagittalschnitt durch ein Korn. Das Endosperm, mit grosser Höhle, ist ganz mehlig. ($40/10$.)

kommt also genau auf dieselbe Weise zu Stande, wie die der Zuckermaiskörner, durch den Wasserverlust; nur beruht dieser auf anderen Ursachen. Bei längerem Kochen wird die Kuppe des Kornes wieder nahezu glatt, die Quellung der Stärkekörner liefert offenbar die Kraft für die Ausstülpung; die in passender Weise abgezogene Fruchtschale zeigt dann die gerundete oder spitzliche Form des annähernd reifen, aber noch stark wasserhaltigen Kornes.

Zwischen all diesen Typen existiren keine scharfen Grenzen. So steht die von mir verwendete *R. nana* zwischen dem reinen *vulgaris*- und *indurata*-Typus (Textfig. 11), die von mir gebrauchte Pferdezahnrassen zeigte den *dentiformis*-Typus bald reiner (Textfig. 10, B), bald weniger rein (A).

Es gehören an:

Dem *vulgaris*-Typus die Rassen *acuminata*, *alba*, *cyanea*, *gilva*, *Philippi*, *rubra*, *vulgata*, dem *indurata*-Typus die Rassen *cyanornis*, *leucoceras*, nicht ganz typisch: *R. nana*, dem *amylacea*-Typus keine der verwendeten Rassen, dem *dentiformis*-Typus die Rasse *leucodon*.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Zuckermais-Rassen, die auf den ersten Blick sich an den *indurata*-Typus anschliessen — *saccharata*-Typus (*R. coeruleodulcis* und *dulcis*) —, im Grund zum *vulgaris*-Typus gehören.

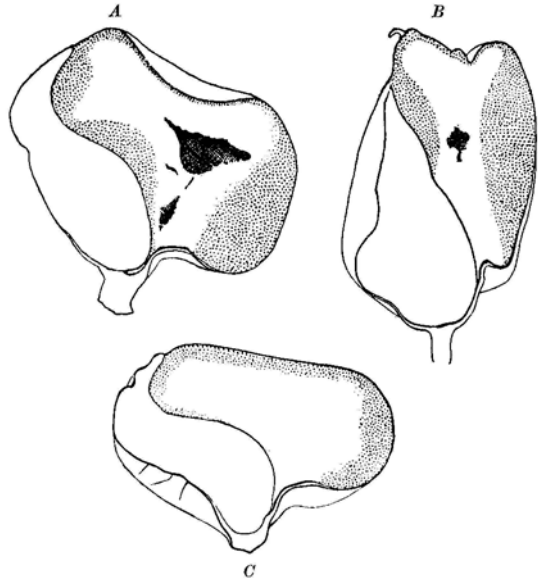


Fig. 10. *R. leucodon*. Sagittalschnitte durch drei Körner; zwei, A, B, von derselben Pflanze, aber A locker stehend, B gedrängt stehend, typisch, das dritte, C, von einer zweiten Pflanze, unrein, wohl Bastard der Abstammung *alba* + *leucodon*. Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert, A mit grosser, B mit kleiner Höhlung in jenem. (⁴⁰/₁₀)

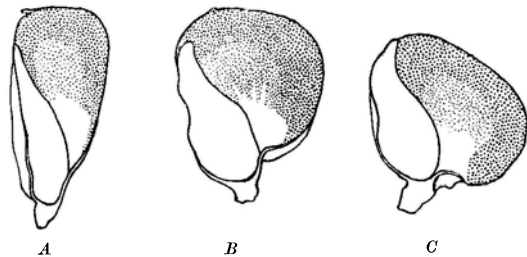


Fig. 11. *R. nana*. Sagittalschnitte durch drei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. (⁴⁰/₁₀)

Einige Zeit vor der Reife gesammelt und getrocknet, sind die Körner aller Rassen ganz mehlig (Textfig. 18, C); das Hornigwerden beginnt, annähernd gleichzeitig mit der definitiven Färbung, an der Spitze des Kornes und schreitet nach unten und innen fort, gewöhnlich ganz gleichmässig, selten hie und da mit Buchten oder gar Inseln vorgreifend. Ich habe den Vorgang nicht genauer verfolgt, es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass er in einer Volumzunahme der Stärkekörner besteht, und dass der Widerstand der Fruchtschale eine wichtige Rolle dabei spielt. Wird die Schale nicht zu spät und in nicht zu geringer Ausdehnung gesprengt, so bleibt das Endosperm unter der Lücke entweder ganz mehlig, oder der hornige Teil wird schwächer ausgebildet, sowohl in seiner Dicke als im Zusammenschluss der Stärkekörner (Textfig. 12, *R. alba* und 3, *R. cyanornis*).

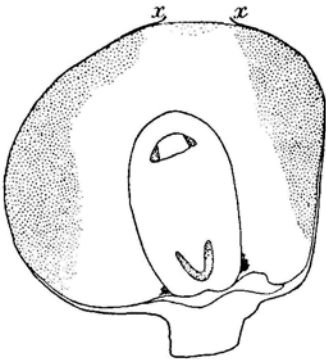


Fig. 12. *R. alba*. Frontalschnitt durch ein Korn, dessen Fruchtschale geplätzt war (bei x, x). Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$.)

Fraglich bleibt, wie die physikalische Beschaffenheit des Endosperms vererbt wird. Geht man die Rassen durch, so findet man, dass der hornige Theil des Endosperms um so mehr zurücktritt, je grösser, absolut genommen, das Korn ist. Die Reihe geht von Rassen, wie *cyanornis*, *nana* und *leucoceras* mit fast ganz hornigem Endosperm, durch solche, wie *alba* und *vulgata*, zu solchen, wie *macrosperma* „Cuzko“ mit ganz mehligem. Dies legt die Annahme nahe, dass das Volum des hornigen Theiles ganz von dem Raum abhängt, der dem sich entwickelnden Endosperm geboten ist, und damit würde auch die Beobachtung stimmen, dass nach

Sprengung der Fruchtschale — wenn diese also kein mechanisches Hinderniss mehr ist — der hornige Theil quantitativ und qualitativ schwächer ausgebildet wird. Man würde so aber doch nicht darum herum kommen, wenigstens verschiedene Anlagen für die Grösse des Endosperms annehmen zu müssen.

Auch für das charakteristische Merkmal der Pferdezahl-Sorten, die Verschiebung des mehligten Theiles des Endosperms nach oben, braucht man vielleicht keine besondere Anlage anzunehmen; wir werden sehen, dass derartige Körner auch als „Xenien“ bei der Bestäubung von Zuckermaisrassen mit Pollen von Rassen des vulgaris-Typus (Vers. 59, Textfig. 22; Fig. 11, Taf. II.) auftreten können, und Bilder wie Textfig. 18, c legen es nahe, dass es sich dabei um die Fixirung eines Entwicklungszustandes handelt; die eben mitgetheilte Entstehungsgeschichte wäre kein Hinderniss für diese Annahme.

E. Der Bau der Kleberschicht.

(Kategorie VIII.)

Flächenschnitte der geschälten Körner verschiedener Rassen lassen keine deutlichen, dem Volum der Körner parallel gehenden Grössenunterschiede der Kleberzellen erkennen; der mittlere Durchmesser ist bei manchen Körnern der *R. alba* eher kleiner als bei manchen, nur etwa $\frac{1}{4}$ so schweren Körnern der *R. nana*¹⁾. Im Mittel beträgt er bei allen Rassen auf der Kuppe des Kornes etwa 20—25 μ , was freilich nicht ausschliesst, dass hie und da viele Zellen mit dem doppelten Durchmesser vorkommen. Dagegen können Schnitte normal zu der Oberfläche des Endosperms je nach den Rassen merklich verschiedene Bilder zeigen, die Kleberzellen sind in radialer Richtung verschieden stark gestreckt, verschieden hoch. Das Volum der Kleberzellen ist also proportional ihrer Höhe und braucht deshalb nicht besonders besprochen zu werden. Quertheilung kommt bei gestreckter Form gar nicht selten vor.

Nun ist zunächst freilich nicht ausser Acht zu lassen, dass nur gleichgelegene Partien der Kleberschicht verglichen werden dürfen, denn von der Kuppe des Kornes nach unten zu werden die Kleberzellen immer etwas höher, und über dem Embryo sind sie stets sehr flach¹⁾. Ich habe deshalb meine Messungen möglichst genau an derselben Stelle, auf der Kuppe der Körner, angestellt. Dann sind bei derselben Rasse die Zellen verschiedener Kolben, ja die verschiedener Körner desselben Kolbens oft sehr merklich verschieden, und endlich variirt oft die Länge bei den nebeneinanderliegenden Zellen desselben Schnittes sehr merklich. Im Grossen und Ganzen sind bei demselben Korn die niedrigeren Zellen dafür breiter, doch nicht in dem Masse, dass keine beträchtlichen Schwankungen im Volum der Zellen vorkämen. Es kann sich also stets nur um Mittelwerthe handeln und solche sind die einzelnen, in umstehender Tabelle mitgetheilten Zahlen selbst schon zum Theil.

Es ist ganz deutlich, dass die Rassen in drei Gruppen gebracht werden können. In die erste gehören die kleinkörnigen, *nana* und *cyanornis*; sie haben die niedrigsten Kleberzellen (37 bis 40 μ). In die zweite kommt die Mehrzahl der mittel- und grosskörnigen Rassen, *acuminata*, *vulgata*, *rubra*, *alba*, *Philippi* und *leucoceras*; sie haben Kleberzellen von mittlerer Höhe (46—50 μ). Die dritte umfasst endlich die Zuckermaissorten (*dulcis*, *coeruleodulcis*), hier sind die Kleberzellen am höchsten (66—68 μ). Die dritte Gruppe ist von der zweiten viel schärfer getrennt, als die zweite von der ersten, doch vermittelt die *R. cyanea* mit einer mittleren Höhe von etwa 60 μ zwischen ihnen.

¹⁾ Einige Messungen von Endospermzellen an Längsschnitten durch die Körner von Pferdezaunmais und Hühnermais, die dasselbe lehren, gibt AMELUNG (Flora 1893, S. 197).

¹⁾ Einen Sagittalschnitt durch ein Maiskorn, der das gut zeigt, hat HARZ (885, Fig. 161) abgebildet.

Tabelle 3.

Rasse	Höhe der Kleberzellen in μ	Breite in μ
<i>acuminata</i>	46. 44, 48.	23. 20, 24.
<i>alba</i>	48. 36—44, 40—48, 44, 44, 48, 40—60, 54, 56.	23. 22,5, 18—33, 32,5; — 45.
<i>coeruleodulcis</i>	68. 50, 78, 56, 48, 64, 68, 60—80, 72, 77, 80, 84, 88, 68—80; — 34.	23. 18—28, 20, 28.
<i>cyanea</i>	60. 52, 60, 48—60—64, 60—64—68, Max. 76 und 92 (doppelt).	25.
<i>cyanornis</i>	40. 36—44, 40, 44.	23. 20—24, 22 (—44), 28 (—32).
<i>dulcis</i>	66. 60—72.	21.
<i>leucoceras</i>	50. 48, 48 (—68, doppelt!), 48—52.	21. 20—22, (unten 32—44!).
<i>nana</i>	37. 32—36, 32—44, 36—44.	23. 18—26, 24—36, 30, 34.
<i>Philippi</i>	50. 44—48, 44—56, 44—56, meist 50.	23. 16—20—32, 25—28— 40.
<i>rubra</i>	47. 36, 40, 48, 52—60.	23. 16, 18, 24, 34.
<i>vulgata</i>	47. 36, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 68; —30.	23. 21—25, 22, 23, 24.

Hat das Endosperm die Fruchtschale gesprengt, sich aber nur wenig weiterentwickelt, so zeigt die Kleberschicht an diesen Stellen kein abweichendes Verhalten; ist es dagegen noch stark weitergewachsen, so sind einige Veränderungen nachweisbar. Am auffallendsten waren sie bei der *R. gilva*. Die Höhe war nahezu unverändert, die Breite aber viel beträchtlicher, etwa um die Hälfte (und mehr); auch die Membranen waren entsprechend dicker (statt $5,5 \mu$ etwa $8,3$ bis $9,7 \mu$).

F. Das Gewichtsverhältnis zwischen Embryo und Endosperm.

(Kategorie IX.)

Nach F. HABERLAND (citirt von HARZ, 885, p. 1235) besteht das Maiskorn „aus ca. 88,07% Endosperm etc. und 11,93% Embryo“ dem Gewichte nach.

Bei der Vergleichung der Sagittalschnitte durch Körner verschiedener Rassen schien mir der Embryo nicht immer im selben Grössenverhältniss

zum Endosperm zu stehen. Es veranlasste mich das, für eine Anzahl Rassen das Gewichtsverhältniss zu bestimmen, und zwar in folgender Weise. Die Körner — meist 10—20 — wurden eingeweicht, beim Beginn der Keimung geschält, dann der Embryo vom Endosperm getrennt, und die drei Bestandtheile bei ca. 100° getrocknet und gewogen. Ich habe so mit etwa 70 Proben verfahren und dabei zum Theil sehr übereinstimmende und charakteristische Zahlen erhalten, freilich auch Widersprüche, so dass ich mich schliesslich entschlossen habe, hier zunächst nur einige Fälle zu behandeln, wo die Ergebnisse ganz eindeutig ausgefallen sind.

Bei den Rassen vom *vulgaris*-Typus machte der Embryo zwischen 10 und 13,5 Gewichtsprocente (von Embryo und Endosperm zusammen, ohne Schale), das Endosperm folglich 90 bis 86,5 Gewichtsprocente aus; drei Proben von der *R. alba* gaben z. B. 13,2, 13,1, 13,4%, sie stammten von drei verschiedenen Pflanzen zweier Jahrgänge. Dem gegenüber hatten die Rassen vom *saccharata*-Typus ungewöhnlich schwere Embryonen; bei der *R. coeruleodulcis* machte der Embryo 15,2, 16,0, 16,6 Gewichtsprocente aus, das Endosperm also 84,8, 84, 83,4, bei der *R. dulcis* der Embryo 17,9 und 21,1%, das Endosperm 82,1 und 78,9%.

Damit scheint auf den ersten Blick ein charakteristisches, unabhängiges Rassenmerkmal festgestellt zu sein. Überlegt man sich aber den Sachverhalt genauer, so findet man, dass der Embryo bei den Zuckermaisrassen nur deshalb relativ so viel schwerer erscheint, weil das Trockengewicht des Endosperms viel geringer ist, als bei den Rassen vom *vulgaris*-Typus, und dieses geringere Gewicht des trockenen Endosperms hängt wieder mit der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials zusammen. Bei beiden Rassengruppen kann also die Grösse des Embryos — die man direkt proportional seinem Gewicht setzen darf — durch dieselbe Anlage vererbt werden; die Embryonen sind, absolut genommen, annähernd gleich schwer; dadurch, dass verschiedene Anlagen für die Beschaffenheit des Reservematerials sich entfalten, kommt dann das verschiedene relative Gewicht heraus. Hiezu stimmt das Verhalten der Xenien (p. 184 u. f.) und der Bastarde (p. 242 u. f.) sehr gut.

Dagegen giebt es unter den Rassen vom *vulgaris*-Typus sicher welche, die ein wirklich abweichendes Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm zeigen, für dessen Vererbung gesorgt sein muss (Kategorie IX). Meine Wägungen reichen nicht aus, hierüber ganz Genaues anzugeben. Die Schuld liegt zum Theil an der Methode. Um das Endosperm sauber vom Embryo trennen zu können, liess ich die Körner ankeimen. Nun war es gar nicht möglich, die Zerlegung stets genau auf demselben Stadium vorzunehmen, bei der Keimung tritt aber schnell eine Verschiebung zu Gunsten des Embryo ein, und zwar eine so starke, wie ich von vorn herein nicht erwartet hatte.

Bei Körnern der *R. vulgata* wog der Embryo, wenn die Keimwurzel ca. 1 cm lang war, relativ um die Hälfte mehr als bei Körnern desselben Kolbens, wo die Wurzel noch nicht hervorgetreten war. Bei manchen Rassen mag das Verhältniss übrigens noch nicht fixirt sein, auch wird der Reifegrad eine Rolle spielen etc. Ich habe deshalb im Folgenden nur die Wägungen für zwei Rassen (*alba* und *nana*) und deren Bastarde mitgetheilt (p. 155 u. f., 216).

Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass das Endosperm auch hier in der Entwicklung dem Embryo weit voraneilt und von diesem theilweise verbraucht wird. Man könnte darnach meinen, es hänge allein vom Embryo ab, wieviel Endosperm übrig bliebe. In der That ist das nicht der Fall; wie die Xenien lehren, ist ihr Verhältniss correlativ (p. 111 u. f., 158). Der Raum ist durch die Fruchtschale im Wesentlichen gegeben und in ihn theilen sich beide.

V. Abschnitt.

Uebersicht der zu den Versuchen verwendeten Maisrassen.

R. acuminata p. 135, *R. alba* p. 135, *R. coeruleodulcis* p. 136, *R. cyanea* p. 136, *R. cyanornis* p. 136, *R. dulcis* p. 137, *R. gilva* p. 137, *R. leucoceras* p. 137, *R. leucodon* p. 138, *R. nana* p. 138, *R. Philippi* p. 138, *R. rubra* p. 139, *R. vulgata* p. 139.

Im vorhergehenden Abschnitt haben wir die meisten Merkmalkategorien und die einzelnen Merkmale, die in diesen Kategorien bei den mir vorliegenden Rassen an den Körnern vorkommen, durchgesprochen. Theoretisch sind so viele Rassen möglich, als Combinationen von je einem Merkmal einer Kategorie mit je einem aus den andern Kategorien möglich sind. Nehmen wir nur unsere vorhin betrachteten neun Merkmalkategorien und von jeder Kategorie nur die beiden extremen Merkmale, so erhalten wir $2^9 = 512$ Rassen, nehmen wir noch ein drittes intermediäres Merkmal dazu, $3^9 = 19\ 683$. Ihre Zahl wird ungeheuer, wenn wir all die übrigen Kategorien, welche Spelzen, Kolben und ganze Pflanzen bieten, dazu nehmen und unendlich gross, da, wo die Merkmale einer Kategorie nicht scharf getrennt, sondern durch alle möglichen Zwischenstufen verbunden sind, und das ist gerade gewöhnlich der Fall (vergl. p. 79). Diese Rassen sind natürlich lange nicht alle bekannt; es ist aber keine davon unmöglich.

Will man eine Uebersicht über sie gewinnen, so muss man Rassen-
gruppen bilden nach den Kategorien, in denen neben den extremen Merkmalen keine oder wenig Zwischenstufen vorkommen, die also die schärfste Trennung erlauben. Es sind das die chemische und die physikalische Be-

schaffenheit des Reservematerials im Endosperm. Wir bekommen dann 5 Gruppen:

- | | | |
|---|---|--|
| a | { | 1. <i>Amylaceae</i> (STURT. 886). |
| | | 2. <i>Vulgares</i> (KCKE. 885 erweitert). |
| | | 3. <i>Dentiformes</i> (KCKE.), Synonym „ <i>indentatae</i> “ (!) (STURT. 886). |
| | | 4. <i>Induratae</i> (STURT. 885). |
| b | { | 5. <i>Saccharatae</i> (KCKE. 885). |

Die nächsten Untergruppen werden wohl am besten nach der Form der Körner, die folgenden nach deren Grösse gemacht werden, den Schluss werden die nach den Farben — von Fruchtschale, Kleberschicht und Endosperm — unterscheidbaren machen.

Am besten wäre es, man hätte auch eine entsprechende Nomenklatur; Anfänge dazu haben ALEFELD und KOERNICKE gemacht, die z. B. den Zuckermaisrassen meist die Endung . . . *dulcis* (*flavodulcis*, *rubrodulcis*, *coeruleodulcis*), den Pferdezahnrassen die Endung . . . *don* gegeben haben. — Bastarde mit schizogonen Merkmalspaaren (z. B. *varioidulcis* KCKE., *poecilodon* KCKE., *diasacchara* KCKE., *rubronigra* KCKE. etc.) sollten nicht als Rassen getauft werden.

Im Nachstehenden werden die verwendeten Rassen mit den Bezugsquellen aufgeführt und kurz, aber übersichtlich beschrieben werden. Es sind nur jene Kategorien berücksichtigt worden, die genauer studirt wurden; zum Schluss ist die Constanz angegeben, dabei sind aber nur die vorherbesprochenen Merkmale berücksichtigt.

I. Rasse *acuminata* KCKE. (885, I, p. 361). Maïs à bec jaune von VILMORIN.

Form: Konisch mit spitzem, etwas gekrümmtem Schnabel. — **Grösse:** Mittel. Gewicht: Um 166 mgr schwankend (Maximum 199,3 mgr, Minimum 126,7 mgr). — **Färbung:** Gelborange. Fruchtschale gelblichweiss, Endosperm und Kleberschicht reiner gelborange. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal, keine Lufthöhle (*vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** Mässig gestreckt, etwa 44—48 μ hoch und 23 μ breit. — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** 10,4 : 89,6; 10,4 : 89,6; 12,7 : 87,3; 15,9 : 84,1. — **Constanz:** Die Form war zunächst nicht ganz constant.

Fig. 14, 15, Taf. I.; Textfig. 1.

II. Rasse *alba* ALEF. KCKE. (885, p. 363). Zea Mays var. *alba* von Hohenheim; Maïs blanc des Landes von VILMORIN.

Form: Rund, beim Eintrocknen unverändert. — **Grösse:** Gross. Gewicht: Meist zwischen 300 und 400 mgr schwankend, Maximum 436 mgr, Minimum 226 mgr. — **Färbung:** Gelblichweiss. Fruchtschale gelblich-

weiss, Endosperm und Kleberschicht reiner weiss. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal; meist mit Lufthöhle (*vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** Mässig gestreckt, durchschnittlich etwa 44μ hoch und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm:** 10,7 : 89,3; 13,1 : 86,9; 13,2 : 86,8; 13,4 : 86,6. — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 1, 2, Taf. I.; Fig. 1, Taf. II.

III. Rasse coeruleodulcis KCKE. (885, p. 361). Schwarzer Zuckermais von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Rund, beim Austrocknen faltig-runzelig werdend. — **Grösse:** Mittelgross. Gewicht: Etwa 200 mgr, Maximum 237 mgr, Minimum 175 mgr. — **Färbung:** Hell violettgrau bis fast schwarz violett, je nach dem Luftgehalt der Fruchtschale. Fruchtschale gelblich; Endosperm hyalin, Kleberschicht violett. — **Reservematerial:** Amylodextrin, Dextrin, Glycose und wenig unveränderte Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Fast das ganze Endosperm glasig (*saccharata*-Typus). — **Kleberzellen:** Stark gestreckt, etwa 68μ hoch und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** 16,6 : 83,4; 16,0 : 84,0; 15,2 : 84,8. — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 24—26, Taf. I.; Fig. 12, Taf. II.; Textfig. 4.

IV. Rasse cyanea KCKE. (885, p. 363). *Zea Mays* var. *caesia* von HOHENHEIM.

Form: Rund, beim Austrocknen unverändert bleibend. — **Grösse:** Gross. Gewicht: 374 mgr bis 357 mgr. — **Färbung:** Hell violettgrau bis dunkel violettgrau, je nach dem grösseren oder geringeren Luftgehalt der Fruchtschale. Fruchtschale gelblich-bräunlich, Endosperm farblos, Kleberschicht violett. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal (oder das Verhältnis etwas zu Gunsten des mehligten Theiles verschoben, *vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** Ziemlich gestreckt, etwa 60μ hoch und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** 10,4 : 89,5. — **Constanz:** War zunächst nicht constant, sondern enthielt *alba*-Blut; aber auch abgesehen hievon zeigten einzelne Individuen stets einige hellere Körner.

Fig. 23, Taf. I.; Fig. 9, Taf. II.

V. Rasse cyanornis m. *oryzaeformis nigra* von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Spitzlich, beim Trocknen unverändert bleibend. — **Grösse:** Klein. Gewicht: 56 mgr bis 55 mgr, Maximum 55,3 Minimum 36,7 mgr. — **Färbung:** Hell graublau bis violett. Fruchtschale gelblich-bräunlich, Endosperm farblos, Kleberschicht hellgraublau bis violett. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Endosperm überwiegend hornig (*indurata*-Typus). — **Kleberzellen:** Wenig gestreckt, etwa 40μ hoch

und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm:** — — **Constanz:** Variirte stark in der Intensität der Färbung, eine der Pflanzen aus dem Originalsaatgut war ein Bastard (mit der *R. alba*).

Fig. 27, 28, Taf. I.; Textfig. 2.

VI. Rasse dulcis KCKE. (885, p. 361). Runzlicher weisser Zuckermais von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Rund, beim Eintrocknen faltig (runzelig) werdend. — **Grösse:** Gross. **Gewicht:** Etwa zwischen 200 und 250 mgr (Maximum 288 mgr, Minimum 181,5 mgr). — **Färbung** (trocken): Gelbbraunlich oder rothbraunlich. Fruchtschale blass gelbbraunlich oder blass rothbraun; Endosperm und Kleberschicht blassbraunlich. — **Reservematerial:** Amylodextrin, Dextrin, Glycose und wenig unveränderte Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Fast das ganze Endosperm glasig (*saccharata*-Typus). — **Kleberzellen:** Stark gestreckt, etwa 66μ hoch und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm:** 21,1 : 78,9; 17,9 : 82,1. — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 20—22, Taf. I.; Textfig. 5.

VII. Rasse gilva KCKE. (885, p. 363). Ambra-Mais von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Rund, beim Austrocknen unverändert bleibend. — **Grösse:** Gross. **Gewicht:** 300 bis 400 mgr. — **Färbung:** Hellgelb in verschiedener Intensität. Fruchtschale bräunlich-gelblich, Endosperm und Kleberschicht reiner hellgelb, in verschiedener Intensität. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal (*vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** — — **Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm:** — — **Constanz:** Vollkommen, was die Kolben verschiedener Individuen anbetrifft. Die Körner desselben Kolbens sind stets etwas verschieden (heller und dunkler „hellgelb“).

Fig. 9, 10, Taf. I.

VIII. Rasse leucoceras ALEF. (HARZ, 885, p. 1241), Popcorn von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Konisch, mit spitzem, etwas gekrümmtem Schnabel. — **Grösse:** Mittel. **Gewicht:** 131 mgr. — 168,4 mgr; 134 mgr; 117 mgr; 76 mgr; Maximum 174 mgr, Minimum 59 mgr. — **Färbung:** Bräunlich-gelblich. Fruchtschale bräunlich-gelblich; Endosperm und Kleberschicht etwas heller bräunlich-gelblich-weiss. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Endosperm überwiegend hornig (*indurata*-Typus). — **Kleberzellen:** Mässig gestreckt, etwa 50μ hoch und 21μ breit. — **Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm:** — — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 5—8, Taf. I.; Textfig. 8.

IX. Rasse leucodon ALEF. (KCKE. 885, p. 362), Adams extra früher Mais von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Rundlich mit schwacher Spitze; beim Austrocknen sinkt die Spitze ein und bildet eine Grube oder „Kunden“. — **Grösse:** Gross. — **Gewicht:** etwa 450 mgr; Maximum 454 mgr; Minimum 446 mgr. (nur 2 Wägungen). — **Färbung:** Gelblichweiss. Fruchtschale gelblichweiss, Endosperm und Kleberschicht reiner weiss. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Der mehligte Theil, meist mit Lufthöhle, bis nahe an die Spitze gehend (*dentiformis*-Typus). — **Kleberzellen:** — — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** — — **Constanz:** Unvollkommen, zum Theil Bastarde (mit der *R. alba*).

Fig. 3. 4, Taf. I.; Textfig. 10.

X. Rasse nana m. [?? *gracillima* KCKE. 885, p. 362¹⁾], Nanerotollo von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Rund; beim Austrocknen unverändert bleibend. — **Grösse:** Klein. Gewicht meist zwischen 60 und 100 mgr. Maximum (178) 116 mgr; Minimum 59 mgr. — **Färbung:** Tief orange. Fruchtschale gelblich-bräunlich, Endosperm und Kleberschicht tief (und reiner) orange. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Verhältniss zu Gunsten des hornigen Theiles verschoben (annähernd *indurata*-Typus). — **Kleberzellen:** Wenig gestreckt, etwa 37 μ hoch und 23 μ breit. — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** 10,5 : 89,5; 10,8 : 89,2; 12,0 : 88,0. — **Constanz:** Annähernd constant, etwas *vulgata*-„Blut“ enthaltend (die Pflanze mit einem mittleren Gewicht der Körner von 178 mgr).

Fig. 13, Taf. I.; Fig. 4, Taf. II.; Textfig. 11.

XI. Rasse Philippi KCKE. (885, p. 363.) König Philipps brauner verbesserter Mais von HAAGE und SCHMIDT.

Form: Rund, beim Austrocknen unverändert bleibend. — **Grösse:** Gross. Gewicht: 347 mgr. — **Färbung:** Rothbraun, an der Spitze mehr oder weniger orange. Fruchtschale rothbraun, nach oben zu fast hyalin. Endosperm und Kleberschicht rein gelborange. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal (*vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** Mässig gestreckt, etwa 50 μ hoch und 23 μ breit. — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** 12 : 88. — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 17—19, Taf. I.

¹⁾ Sie ist sehr frühreif und hat kürzere Kolben. Die *R. minima* Bonaf., die KOERNICKE in die Gruppe *vulgaris* stellt (885, I., p. 373), wird im II. Theil nicht beschrieben. Der von THELE (899, p. 127) beschriebene „Nanerotollo“-Mais hat noch merklich grössere Kolben und Körner und ist hochwüchsiger.

XII. Rasse rubra BONAFOUS (KCKE., 885, p. 363.) *Zea Mays* var. *rubra* von HOHENHEIM.

Form: Rund, beim Austrocknen unverändert bleibend. — **Grösse:** Gross. **Gewicht:** Meist um 300 mgr. **Maximum** 396 mgr; **Minimum** 182 mgr. — **Färbung:** Tiefkirschroth bis schwarzroth. **Fruchtschale** tiefkirschroth bis schwarzroth, **Endosperm** und **Kleberschicht** (farblos) weisslich. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal (*vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** Mässig gestreckt, etwa 47μ hoch und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm:** 13,7 : 86,3; 13,1 : 86,9; 12,8 : 87,5. — 10,9 : 89,1. — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 16, Taf. I.

XIII. Rasse vulgata KCKE. (885, p. 363.) *Zea Mays* var. *vulgata* von Hohenheim.

Form: Rund, beim Eintrocknen unverändert. — **Grösse:** Gross. — **Gewicht:** Meist zwischen 300 und 400 mgr. **Maximum** 448 mgr, **Minimum** 190 mgr. — **Färbung:** Gelborange. **Fruchtschale** gelblich-bräunlich, nach unten dunkler, **Endosperm** und **Kleberschicht** reiner gelborange. — **Reservematerial:** Stärke. — **Physikalisches Verhalten des Endosperms:** Normal; meist mit Lufthöhle (*vulgaris*-Typus). — **Kleberzellen:** Mässig gestreckt, etwa 47μ hoch und 23μ breit. — **Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm:** 12,2 : 87,8; 11,4 : 88,6; 10,9 : 89,1; 9,8 : 90,2. — **Constanz:** Vollkommen.

Fig. 11, 12, Taf. I.; Textfig. 6, 7.

VI. Abschnitt.

Die Xenien bei reinen Rassen.

Die Ergebnisse im Jahr der Bastardbestäubung. — Endospermbastarde.

I. Versuche, bei denen nur einerlei Pollen zur Bestäubung verwendet wurde. — II. Versuche, bei denen zweierlei Pollen verwendet wurde.

I. Versuche, bei denen nur einerlei Pollen zur Bestäubung verwendet wurde (1—71).

Die Zahl der verwendeten Rassen ist 13, es waren also $(13 \times 13 =)$ 169 verschiedene Verbindungen möglich, 13 je in derselben Rasse und 156 Bastardirungen. Davon habe ich 71 mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführt, 21 wurden versucht, gelangen aber nicht. Die Gründe für das Misslingen und

den mehr oder weniger günstigen Erfolg habe ich schon besprochen (p. 105). — Die nachstehende Eintheilung der beschriebenen Versuche schien mir die praktischste. Um einen bestimmten Versuch rasch aufzufinden, benütze man die Tabelle 4, die mir während meiner Arbeit dazu diente, und die sich wohl von selbst erklärt; die misslungenen Versuche sind mit † bezeichnet.

Tabelle 4.

	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
	<i>acuminata</i>	<i>alba</i>	<i>coeruleodulcis</i>	<i>cyanea</i>	<i>cyanornis</i>	<i>dulcis</i>	<i>gilva</i>	<i>leucoceras</i>	<i>leucodon</i>	<i>nana</i>	<i>Philippi</i>	<i>rubra</i>	<i>vulgata</i>	
♀ <i>acuminata</i>	I	64	67	—	—	—	—	—	—	39	—	—	37	<i>acuminata</i> ♀
♀ <i>alba</i>	65	II	53	7	72	32	13	41	36	46	19	3	11	<i>alba</i> ♀
♀ <i>coeruleodulcis</i>	—	54	III	34	—	10	—	71	—	—	—	58	59	<i>coeruleodulcis</i> ♀
♀ <i>cyanea</i>	—	8	35	IV	—	51	29	—	†	†	31	17	27	<i>cyanea</i> ♀
♀ <i>cyanornis</i>	—	†	—	†	V	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>cyanornis</i> ♀
♀ <i>dulcis</i>	—	33	9	52	—	VI	†	—	—	—	—	49	55	<i>dulcis</i> ♀
♀ <i>gilva</i>	—	14	61	†	—	57	VII	—	—	†	26	25	15	<i>gilva</i> ♀
♀ <i>leucoceras</i>	—	†	70	—	45	—	—	VIII	†	—	—	—	68	<i>leucoceras</i> ♀
♀ <i>leucodon</i>	—	—	—	†	—	†	—	42	IX	—	—	†	62	<i>leucodon</i> ♀
♀ <i>nana</i>	40	47	66	†	—	†	†	—	—	X	43	†	1	<i>nana</i> ♀
♀ <i>Philippi</i>	—	20	—	30	—	—	†	—	—	44	XI	23	5	<i>Philippi</i> ♀
♀ <i>rubra</i>	—	4	†	18	—	50	†	—	†	48	24	XII	21	<i>rubra</i> ♀
♀ <i>vulgata</i>	38	12	60	28	†	56	16	69	63	2	6	22	XIII	<i>vulgata</i> ♀
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀

A. Rassen, deren Früchte sich nur in einem wirklich oder scheinbar einheitlichen Merkmal (p. 77) unterscheiden.

a. Die Form der Körner ist verschieden.

Fehlt. Man vergleiche Vers. 37—42, 45, 64, 65, 68—72, wo die Differenz in der Form mit anderen Differenzen combinirt ist.

b. Die Grösse der Körner ist verschieden.

Vers. 1. *R. nana*, bestäubt mit der *R. vulgata*¹⁾.

Von 2 Individuen erhielt ich 5 Kolben. Sie waren, mit einer Ausnahme, sehr schlecht mit Körnern besetzt, die sich in nichts von typischen *nana*-Körnern unterschieden²⁾. 10 Körner vom grössten, locker besetzten Kolben wogen durchschnittlich je 142,9 mgr; 10 Körner von jenem einen, mittelgrossen, dicht besetzten Kolben durchschnittlich je 91,9 mgr.

Vers. 2. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. nana*¹⁾.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. 5 Pflanzen gaben 6 Kolben. Sie waren alle sehr mangelhaft mit Körnern besetzt, die in keiner Weise von typischen *vulgata*-Körnern abwichen³⁾. 6 Körner aus der Mitte des bestentwickelten Kolbens wogen durchschnittlich je 337 mgr, 6 von einem ganz locker besetzten Kolben durchschnittlich je 429,6 mgr, 10 eines ähnlichen dritten Kolbens durchschnittlich je 420 mgr.

*c. Die Farbe der Körner ist verschieden.**1. Die Farbe einer Schicht ist verschieden.**a. Die Fruchtschale ist verschieden gefärbt.*

Vers. 3. *R. alba*, bestäubt mit der *R. rubra*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. Von 2 Pflanzen erhielt ich 6 Kolben, die zum Theil ganz vollkommen entwickelt waren und deren Körner genau denen der *R. alba* entsprachen.

Vers. 4. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. alba*.

Auch dieser Versuch wurde zweimal angestellt. 3 Pflanzen gaben 5 Kolben, die zum Theil fast vollkommen entwickelt waren, und deren Körner gar nichts von einem Einfluss der zur Bestäubung benützten Rasse verriethen; vor allem war die Farbe der Fruchtschale nicht im Geringsten verändert.

Vers. 5. *R. Philippi*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Ich erhielt von einem Individuum 4 Kolben. Alle trugen nur einzelne Körner, die ganz typischen *Philippi*-Körnern entsprachen. 10 an zwei Kolben vertheilt stehende Körner wogen durchschnittlich je 262 mgr.

¹⁾ Die nicht sehr bedeutende Differenz in der Färbung (bei der *R. vulgata* ist das Endosperm gelborange, bei der *R. nana* tieforange) blieb hier absichtlich unberücksichtigt, ebenso die physikalische Beschaffenheit des Endosperms (das bei der *R. vulgata* mehlig ist).

²⁾ Die Farbe des Endosperms konnte nicht mit Bestimmtheit als heller bezeichnet werden.

³⁾ Die Farbe des Endosperms konnte nicht mit Bestimmtheit als dunkler bezeichnet werden.

Vers. 6. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. Philippi*.

Von 2 Individuen erhielt ich zwei Kolben, die beide fast vollkommen entwickelt waren und typische *vulgata*-Körner trugen. Beim einen war die Farbe etwas heller, als sie gewöhnlich bei der *R. vulgata* ist; er war wohl nicht ganz reif geworden.

β. Die Kleberschicht ist verschieden gefärbt.

Vers. 7. *R. alba*, bestäubt mit der *R. cyanea*.

Der Versuch wurde dreimal angestellt. Ich erhielt von 6 Pflanzen 7 Kolben, darunter nur einen vollkommenen. Etwas mehr als die Hälfte der Körner war in stärkerem oder schwächerem Grade blau gefärbt, oft nur in Spuren; ganz blaue Körner waren selten, dagegen kamen alle möglichen Abstufungen gegen Weiss hin vor, durch Abtönung und Sprenkelung. Die Nuance ist etwas abweichend, deshalb, weil die *alba*-Fruchtschale ihre grössere Durchsichtigkeit, der *cyanea*-Fruchtschale gegenüber, behält (Fig. 52—58, Taf. I.; Fig. 7, Taf. II.). Ich habe für zwei Kolben genauere Zahlen zu ermitteln versucht.

Tabelle 5.

Nummer des Kolbens	I.		II.		I—II.	
weiss	49	49	29	29	78	78 = 46,2%
etwas blau	22	} 50	6	} 41	28	} 91 = 53,8%
mittel	8		8		16	
stark blau	15		25		40	
ganz blau	? 5		2		7	

Die zur Bestäubung benützten *cyanea*-Pflanzen waren zum Theil nicht rassenrein, sondern enthielten etwas von der *R. alba*. Doch sind nicht deshalb so viele Körner weiss geblieben, wie wir gleich sehen werden.

Der Versuch wurde 1900 wiederholt. Die Individuen der *R. cyanea* waren diesmal fast alle ganz typisch (nur eines von 8 hatte einen Kolben mit einigen helleren Körnern hervorgebracht), auch standen alle Individuen in einer Reihe, doch war übersehen worden, dass einige der 7 *alba*-Pflanzen androgyne Kolben entwickelten. Das kann jedoch, wie Vers. 46 lehrt, nichts geschadet haben; auch die später zu besprechenden Beziehungen zwischen der Zahl der stark veränderten Körner und der Zahl der überhaupt veränderten beweisen, dass die unveränderten nicht durch Selbstbefruchtung entstanden sind.

Das Ergebniss entsprach ganz dem der vorigen Jahre. Die 8 Kolben waren nur zum Theil gut entwickelt, viele Körner weiss oder auffallend wenig verändert, oft nur eben merklich violett angehaucht, oder trugen einzelne blaue Punkte, die erst mit der Lupe erkannt werden konnten. Ich habe für 7 Kolben die genaueren Zahlen zu ermitteln versucht:

Tabelle 6.

Nummer des Kolbens	I.	II.	III.	IVa.	V.	VI.	IVb.	VII.
weiss	3	9	12	27	47	36	21	54
etwas blau	18	22	25	37	53	33	26	46
mittel	4	7	1	11	12	9	1	6
stark blau	4	3	23	6	18	11	4	12
ganz blau	21	10	10	14	8	14	2	4
<i>zusammen:</i>								
weiss	6%	14%	16,9%	28,4%	34,1%	34,9%	38,9%	44,3%
mehr oder weniger blau	94%	86%	83,1%	71,6%	65,9%	65,1%	61,1%	55,7%
<i>und zwar</i> <i>von der Gesamtzahl:</i>								
etwas blau	36%	43,1%	36,9%	38,9%	38,4%	32%	48,1%	37,7%
stark und ganz blau	50%	25,4%	46,5%	21,1%	18,8%	24,3%	13,1%	10,9%
ganz blau	42%	19,6%	14,1%	14,7%	5,8%	13,3%	3,7%	3,3%
<i>von den mehr</i> <i>oder weniger blauen:</i>								
etwas blau	38,3%	52,2%	42,4%	62,9%	58,2%	49,3%	63,6%	78,2%
stark und ganz blau	61,7%	47,8%	57,6%	37,1%	41,8%	50,7%	36,4%	21,8%
<i>nämlich:</i>								
stark blau	18%	24%	30,7%	16,5%	33%	29,5%	30,3%	15,9%
ganz blau	43,7%	23,8%	16,9%	20,6%	8,8%	21,2%	6,1%	5,9%

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Procentzahl der wenig veränderten Körner bei allen Kolben nicht stark differirt — sie macht 36% bis 48% aus —, dass dagegen die der ganz weissen und die der stark und ganz blauen sehr verschieden ist; sie schwankt für jene zwischen 6% und 44%, für diese zwischen 11% und 50%. Je weniger weisse Körner, desto mehr stark und ganz blaue, nicht bloss absolut, sondern auch relativ genommen, eben weil die Procentzahl der etwas modificirten Körner stets annähernd dieselbe ist.

Fig. 52—58, Taf. I.; Fig. 7, Taf. II.

Vers. 8. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. alba*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. Von 4 Pflanzen erhielt ich 6 Kolben, die alle gut entwickelt, zum Theil fast vollkommen waren. 2 Kolben, von 2 Pflanzen stammend, zeigten lauter ganz oder annähernd unveränderte *cyanea*-Körner; 4, von den beiden übrigen Pflanzen stammend, waren mit annähernd gleich viel weissen und blauen Körnern besetzt. In einem genauer

untersuchten Fall waren 34 Körner weiss, 41 blau, Uebergänge fehlten. 12 der weissen Körner wogen durchschnittlich je 334 mgr, 12 der blauen 343 mgr. Von den verwendeten *cyanea*-Pflanzen waren offenbar zwei rassenrein; zwei waren es nicht; in Folge der darin steckenden *R. alba* wurde, bei der Bestäubung mit dem Pollen dieser Rasse, die Hälfte der Körner weiss (vergl. Vers. 80).

1900 wurde der Versuch zum dritten Male angestellt. 6 Pflanzen trugen 8 Kolben, darunter einige gut entwickelte. Bei allen Kolben zeigten sich diesmal hellere, selbst einzelne beinahe rein weisse Körner, jedoch in so geringer Zahl, dass daraus sofort hervorging, dass sie rassenrein gewesen sein mussten (Fig. 8, Taf. II.). Ich habe an drei Kolben Zählungen ausgeführt, deren Resultat die untenstehende Tabelle enthält.

Tabelle 7.

Nummer des Kolbens	I.		II.		III.		I—III.
weiss	0	0	0	0	0	0	0%
etwas blau	13	} 127	7	} 67	6	} 123	8,2%
mittel	11		4		13		8,8%
stark blau	22		8		38		21,5%
ganz blau	81		48		66		61,5%

Um das verschiedene Verhalten der beiden Verbindungen ♀ *alba* + ♂ *cyanea* und ♀ *cyanea* + ♂ *alba* recht deutlich zu machen, diene Fig. 13; für jene sind drei bestimmte Fälle — die beiden extremsten und ein etwa

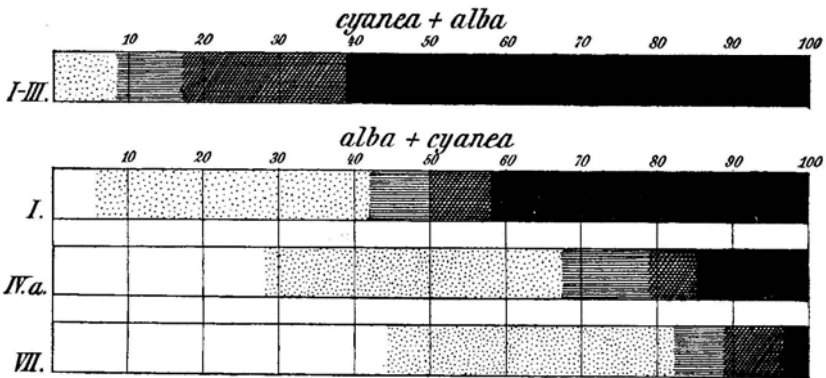


Fig. 13. Xenienkolben der Abstammung *cyanea* + *alba* und *alba* + *cyanea*. Graphische Darstellung der Prozentzahlen, in denen die ganz blauen (schwarz), stark blauen (doppelt schraffirt), mittleren (einfach schraffirt), etwas blauen (punktirt) und weissen (weiss gelassen) Körner vorhanden sind. Vorn stehen die Nummern, unter denen die betreffenden Kolben in den Tabellen 7 und 6 zu finden sind.

die Mitte haltender —, für diese das Mittel von drei Fällen dargestellt worden¹⁾. Im Uebrigen vergleiche man die Figurenerklärung.

Vers. 9. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Von den runzlig gebliebenen, also durch die Rasse *coeruleodulcis* bestäubten Körnern der Kolben von Vers. 73 zeigten fast alle mehr oder weniger blaue Flecken. Die beiden bestentwickelten Kolben besaßen 58 und 73 runzelige Körner, darunter kein einziges, das noch reines *dulcis*-Endosperm gehabt hätte, ganz homogen blaue waren aber sehr selten, die meisten waren stark gefleckt. Wegen der runzeligen Oberfläche waren genauere Zahlen nicht zu ermitteln.

Fig. 79, Taf. I.

Vers. 10. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. dulcis*.

Von 2 Pflanzen erhielt ich 4 und 3 Kolben, die sämtlich mangelhaft ausgebildet waren (bis zur Hälfte der möglichen Körnerzahl an einem Kolben); die Körner verriethen in der Farbe durchaus nichts von der Bestäubung durch die *R. dulcis*. Sie waren durchschnittlich etwas schwerer als die der *R. coeruleodulcis*, 10 aus der Mitte eines Kolbens wogen ca. 284,6 mgr, während das Gewicht reiner *coeruleodulcis*-Körner zwischen 237 mgr und 201 mgr betrug. Damit hing wohl zusammen, dass die Körner zum Theil weniger tief runzlig waren, die chemische Beschaffenheit des Endosperms war aber unverändert.

γ. Das *Endosperm* (ohne die Kleberschicht) ist verschieden gefärbt.

Vers. 11. *R. alba*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Der Versuch wurde viermal ausgeführt, von 16 Pflanzen erhielt ich 19 Kolben, die sehr verschieden gut ausgebildet, zum Theil fast vollkommen oder vollkommen waren. Die Körner waren (fast) ausnahmslos orange-gelb oder gelblich, die Mehrzahl entschieden gelb, aber heller als die Körner der *R. vulgata*, sehr hellgelbe selten, einzelne von denen der *R. alba* kaum zu unterscheiden; dass intensiv gelbe von der reinen *vulgata*-Nuance vorkamen, will ich nicht entschieden in Abrede stellen.

Vers. 12. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. alba*.

Der Versuch wurde zweimal ausgeführt. Ich erhielt von 4 Pflanzen 8 Kolben; die meisten waren fast vollkommen entwickelt. Das Gelb der

¹⁾ Beim Vergleichen der Tabellen ist auch darauf zu achten, wie verschieden das Zahlenverhältniss der ganz blauen Körner zu den schwach-, mittel- und stark-blauen ist, je nachdem die Verbindung *alba* + *cyanea* oder die *cyanea* + *alba* vorliegt; daran könnte dadurch, dass im ersten Fall die *R. cyanea* nicht ganz rein oder die *R. alba* nicht ganz vollständig castrirt war, nichts geändert worden sein.

Körner ist jedenfalls nicht viel heller als bei der reinen *R. vulgata*, einige Körner sind jedoch gewiss etwas lichter gelb; dagegen ist der Unterschied gegenüber den durch die umgekehrte Bestäubung entstandenen Körnern (Vers. 11) sehr auffallend, wenn man die ganzen Kolben neben einander hält; sie sind hier wesentlich dunkler.

Vers. 13. *R. alba*, bestäubt mit der *R. gilva*.

Der erste Versuch verlief resultatlos, sein Ergebnis ist aber durch den Vergleich derjenigen Versuche festzustellen, bei denen unreine, *alba*-haltige *cyanea* theils mit dem Pollen der *R. alba* (Vers. 8), theils mit dem der *R. gilva* (Vers. 29) bestäubt wurde: die der Anlage nach weissen Körner waren alle gelblich geworden, keines so intensiv gelb, wie die dunkelsten der *R. gilva*, es war aber auch keines so weiss geblieben wie ein helles der *R. alba*.

1900 erhielt ich dagegen von 5 Pflanzen 8 Kolben, darunter zwei ganz vollkommene. Die Gesamtfarbe war deutlich gelber als bei der reinen *R. alba*, aber auch wesentlich heller als bei der reinen *R. gilva*, die einzelnen Körner waren so gross wie bei der *R. alba*.

Vers. 14. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. alba*.

Ich erhielt einen einzigen, ziemlich unvollkommenen Kolben mit lauter gelben und gelblichen Körnern, von denen die Extreme einerseits von reinen *gilva*-Körnern, andererseits von reinen *alba*-Körnern kaum zu unterscheiden waren, aber durch alle Übergänge vermittelt wurden. Die Gesamtfarbe des Kolbens ist heller als bei reiner *gilva*-Rasse.

1900 erhielt ich dagegen von 3 Pflanzen 3 gutentwickelte Kolben, die von typischen Kolben der *R. gilva* kaum zu unterscheiden waren.

Vers. 15. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Ich erhielt von einer Pflanze zwei ziemlich mangelhafte Kolben; die Farbe der Körner war zum grösseren Theil gleich der der *R. vulgata*, zum kleineren etwas heller, bis zur Nuance der *R. gilva* herab.

Als 1900 der Versuch wiederholt wurde, gaben nur 2 Pflanzen (von 7) zwei schlecht besetzte Kolben. Die Farbe der Körner schwankte fast von dem hellen Gelb der *R. gilva* bis zu dem dunklen der *R. vulgata*, die Gesamtfarbe des besseren Kolbens war etwas heller als bei der umgekehrten Verbindung (Vers. 16), weil entschieden mehr hellere Körner vorhanden und die hellsten hier lichter gefärbt waren, als die hellsten dort.

Vers. 16. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. gilva*.

Von drei Pflanzen erhielt ich je einen Kolben; die Körner waren von denen der reinen *R. vulgata* kaum zu unterscheiden.

Der Versuch wurde 1900 wiederholt; von drei Pflanzen erhielt ich je einen Kolben, darunter einen vollkommenen und einen mit zwei Körnern. Die Gesamtfarbe der Kolben ist eben merklich heller als bei reiner *R. vulgata*, aber dunkler als bei der umgekehrten Verbindung (Vers. 15); die einzelnen Körner sind gleichmässiger gefärbt.

2. Die Färbung ist bei zwei Schichten verschieden.

δ. Die Färbung ist bei Fruchtschale und Kleberschicht verschieden.

Vers. 17. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. rubra*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. Drei Pflanzen brachten 4 Kolben, darunter zwei vollkommene. Der Kolben der ersten trug lauter typische *cyanea*-Körner, die zwei vollkommenen Kolben der zweiten fast lauter typische *cyanea*-Körner, nur einige wenige Körner waren etwas heller, eines aber weiss und blau gesprenkelt. Am Kolben der dritten Pflanze waren etwas mehr als die Hälfte der Körner (88) weiss, etwas weniger als die Hälfte (50 = 37,9%) blau, Uebergänge fehlten. Im ersten und zweiten Fall lag reine *R. cyanea* vor, doch von individuell verschiedener Stärke, im dritten sicher ein Bastard, etwa von der Abstammung *alba* + *cyanea* (verg. Vers. 80).

Vers. 18. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. cyanea*.

Der Versuch wurde dreimal angestellt. Ich erhielt von 8 Pflanzen 8 Kolben, darunter mehrere gut bis vollkommen entwickelte. Bei allen waren nur relativ wenige Körner deutlich roth geblieben, die Mehrzahl war braunviolett bis schwarz, weil in der Kleberschicht blau aufgetreten war. Schon durch die Schale hindurch war bei genauerem Zusehen festzustellen, dass viele Körner gescheckt waren, manche nur einzelne dunkle, andere nur einzelne helle Flecken trugen. Eine Anzahl Körner wurde eingeweicht und geschält; sie zeigten, dass das Blau ganz so vertheilt war wie bei den *vulgata*-Kolben, die durch die Bestäubung mit *cyanea*-Pollen entstanden waren (Vers. 28). Von 12 Körnern eines Kolbens waren z. B. rein weiss 0, etwas blau 3, mittel 2, stark blau 3, fast ganz blau 4. 10 Körner wogen durchschnittlich je 253,8 mgr.

Fig. 63, 64, Taf. I.

ε. Die Färbung ist bei Fruchtschale und Endosperm verschieden.

Vers. 19. *R. alba*, bestäubt mit der *R. Philippi*.

2 Pflanzen gaben 3 Kolben, die zum Theil fast vollkommen ausgebildet waren. Die meisten Körner waren ausgesprochen gelb, einzelne von typischen

vulgata-Körnern nur noch durch eine etwas hellere Färbung der Kuppe verschieden, andere nur am Rande deutlich gelb und in der Mitte fast rein weiss, keines entsprach mehr den typischen *alba*-Körnern.

Vers. 20. *R. Philippi*, bestäubt mit der *R. alba*.

Von 3 Pflanzen erhielt ich (an 4 Kolben) nur 11 reife Körner, die in jeder Hinsicht typischen *Philippi*-Körnern entsprachen.

Vers. 21. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. Von 3 Pflanzen erhielt ich 9 Kolben, darunter nur zwei mässig vollkommene; alle Körner liessen sich äusserlich von den Körnern der reinen *R. rubra* nicht unterscheiden, beim Ausschneiden merkte man aber bei allen, dass das Endosperm deutlich gelb geworden war. Doch erreichte die Intensität, im Uebrigen schwankend, nie ganz das Gelborange der reinen *R. vulgata*. — 10 lockerstehende Körner aus der Mitte eines Kolbens wogen durchschnittlich je 428,9 mgr, 10 dichtstehende aus der Mitte eines Kolbens von einer anderen Pflanze je 345,5 mgr.

Vers. 22. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. rubra*.

Der Versuch wurde zweimal ausgeführt. Ich erhielt von 4 Pflanzen 6 Kolben, darunter zwei fast vollkommene; die übrigen waren zum Theil recht unvollkommen. Bei der Mehrzahl der Individuen war die Farbe der Körner an den ganzen Kolben von der reinen *vulgata*-Körner kaum verschieden, bei einem zeigten die Kolben deutlich einzelne etwas hellere Körner, trotz anscheinend völliger Reife. Die genauere Untersuchung zeigte aber, dass diese hellere Färbung nur dadurch zu Stande kam, dass die mehligte Partie des Kornes näher als sonst zur Oberfläche kam, wohl in Folge ungenügender Reife. 10 dichtstehende Körner aus der Mitte eines Kolbens wogen durchschnittlich je 413,3 mgr.

Vers. 23. *R. Philippi*, bestäubt mit der *R. rubra*.

Von einer Pflanze erhielt ich 4 Kolben, darunter zwei zum Theil vollkommen entwickelte. Die Körner entsprachen vollkommen denen der *R. Philippi*; es war nicht nur die Fruchtschale durchaus unverändert, auch die Gelbfärbung des Endosperms unterschied sich nicht merklich.

Vers. 24. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. Philippi*.

2 Pflanzen gaben 5 Kolben, einer, der grösste, mässig gut, die übrigen mangelhaft, zum Theil ganz unvollkommen entwickelt. Die Körner entsprachen äusserlich ganz denen der *R. rubra*, angeschnitten zeigten aber alle Untersuchten ein deutlich gelbes Endosperm, das in seiner Färbung freilich dem der *R. Philippi* doch nicht gleichkam.

Vers. 25. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. rubra*.

Ich erhielt von zwei Pflanzen je einen Kolben, von denen der eine vollkommen, aber etwas zerfressen, der zweite unvollkommen war. Die Mehrzahl der Körner war sehr hellgelb, heller als die der reinen *gilva*-Rasse, einzelne tiefer gelbe waren wohl Xenien, durch angeflogenen *vulgata*-Pollen.

Vers. 26. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. Philippi*.

Eine Pflanze trug zwei ganz vollkommene Kolben, deren Körner wohl so tiefgelb waren, wie es das Endosperm bei der *R. Philippi* ist, so dass sie also von denen der *R. vulgata* nicht zu unterscheiden waren.

Fig. 42, Taf. I.

ζ. Die Färbungen der Kleberschicht und des Endosperms sind verschieden.

Vers. 27. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

2 Pflanzen gaben 4 unvollkommene Kolben. Die drei der einen besaßen lauter Körner, die äusserlich denen der reinen *R. cyanea* entsprachen, angeschnitten aber ein mehr oder weniger stark gelbes Endosperm zeigten. Der einzige Kolben der andern Pflanze trug nur neun blaue Körner und neun gelbliche bis gelbe; Uebergänge fehlten. Die blauen Körner zeigten, angeschnitten, ebenfalls ein gelbliches bis gelbes Endosperm. Die erste Pflanze war reine *cyanea*-Rasse, die zweite ein Bastard, wohl *alba* + *cyanea*.

Fig. 89, Taf. I.

Vers. 28. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. cyanea*.

Der Versuch wurde dreimal angestellt. Von 6 Pflanzen erhielt ich 7 Kolben, erst beim letzten Mal von 2 Pflanzen 3 fast vollkommene. Von den Körnern waren nur ganz wenige völlig unveränderte *vulgata*-Körner, alle andern mehr oder weniger blau gefleckt, mit sehr verschiedener Intensität, bald mehr rein blau, bald mehr rothviolett, am selben Korn und mit Uebergängen; rein blaue Körner waren fast so selten wie rein gelbe, das Gelb des Endosperms im übrigen nicht gerade merklich heller als bei den reinen *vulgata*-Körnern. Eine möglichst genaue Zählung an den drei vollkommensten Kolben hatte folgendes Resultat:

Tabelle 8.

Nummer des Kolbens	I, 1.		I, 2.		II.		I, 1, 2, II.	
		%		%		%		%
ganz rein gelb	1	0,7	5	2,5	5	4,2	11	2,4
etwas blau	20	14,5	40	20,0	11	9,2	71	15,5
mittel	30	21,7	53	26,5	27	22,7	110	24,1
stark blau	75	54,4	93	46,5	72	60,5	240	52,5
rein blau	12	8,7	9	4,5	4	3,4	25	5,5

Vergl. dazu Textfigur 23, 1.

Vers. 29. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. gilva*

Von 2 Pflanzen erhielt ich drei ziemlich mangelhafte Kolben. Zwei, von dem einen Individuum stammend, trugen lauter Körner, die äusserlich vollkommen denen der reinen *R. cyanea* glichen; angeschnitten zeigten sie aber ein deutlich gelbliches Endosperm. Der dritte, von dem andern Individuum stammende, trug Körner, von denen etwas weniger als die Hälfte blau (32), etwas mehr als die Hälfte (41) mehr oder weniger deutlich gelblich waren, nie so gelb, wie die Körner der reinen *gilva*-Rasse und nie so weiss, wie die der reinen *alba*-Rasse. Das Endosperm der blauen Körner wurde nicht untersucht, es wäre gewiss auch mehr oder weniger gelblich gefunden worden. Uebergänge zwischen blau und gelblich fehlten. — Die erste Pflanze war reine *cyanea*, in der zweiten steckte die *R. alba*, deshalb fiel das Blau bei der Hälfte der Körner weg, so dass die sonst durch das Blau maskierte, gelbliche Färbung des Endosperms ohne weiteres zu sehen war.

3, η. Die Färbung ist in allen drei Schichten verschieden.

Vers. 30. *R. Philippi*, bestäubt mit der *R. cyanea*.

Nur ein recht lückenhafter Kolben, der sich, von der Farbe der Fruchtschale abgesehen, genau so verhielt, wie ein mit der *R. cyanea* bestäubter *vulgata*-Kolben; das Endosperm war nicht wesentlich heller gelb.

Fig. 92, 93, Taf. I.

Vers. 31. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. Philippi*.

Drei stellenweise sehr mangelhafte Kolben, von derselben Pflanze stammend, zeigten 257 ganz blaue, 36 stark blaue, 7 mittel blaue, 8 nur etwas blaue, zuweilen nur mit einzelnen blauen Punkten versehene Körner, und eines ganz ohne Blau. Soweit die Körner nicht ganz blau waren, war sofort zu sehen, dass das Endosperm gelb gefärbt war; beim Anschneiden zeigte sich, dass sich die ganz blauen Körner ebenso verhielten. Doch blieb die Intensität der Färbung hinter der der reinen *R. Philippi* zurück.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die *cyanea*-Pflanze wohl rassenrein, aber individuell schwächer war, als es gewöhnlich der Fall ist, und dass das Blau in Folge der Bestäubung mit dem *Philippi*-Pollen wirklich zurückgedrängt wurde.

Fig. 84, Taf. I.

d. Die Beschaffenheit des Endosperms ist verschieden.

a. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm ist verschieden.

Vers. 32. *R. alba*, bestäubt mit der *R. dulcis*.

Der Versuch wurde zweimal ausgeführt. 6 Pflanzen gaben 7 Kolben, die fast vollkommen bis mangelhaft entwickelt waren; die Körner waren in keiner Hinsicht von denen der reinen *alba*-Rasse verschieden.

Vers. 33. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. alba*.

Ich erhielt nur einen mangelhaften Kolben mit glatten oder fast glatten Körnern, von leicht bräunlicher Färbung (genau denen entsprechend, die bei der Bestäubung mit der *R. rubra* entstehen), deutlich verschieden von denen der reinen *R. alba* und denen, die bei dem vorhergehenden Versuch entstanden. Ein Theil dieser Differenz beruht sicher auf der bräunlichen Färbung der Fruchtschale, vielleicht die ganze; im Stärkegehalt des Endosperms besteht jedenfalls kein microscopisch nachweisbarer Unterschied.

Vers. 34. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. cyanea*.

Die wenigen Körner zweier mangelhafter Kolben, von einer Pflanze, entsprachen nach Farbe und Form und nach der Beschaffenheit des Reservematerials vollkommen der *R. cyanea*.

Vers. 35. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Ich erhielt von einer Pflanze 2 Kolben mit zusammen 6 Körnern, die in keiner Weise von typischen *cyanea*-Körnern abwichen. Sie waren etwas mehlig als diese gewöhnlich sind, doch hängt das gewiss nur mit der nicht ganz vollkommenen Reife zusammen.

β. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms ist verschieden.

Vers. 36. *R. alba*, bestäubt mit der *R. leucodon*.

Von 4 Pflanzen erhielt ich je einen Kolben; alle waren mangelhaft ausgebildet. Keines der Körner war an der Spitze eingedrückt; die Farbe ist die der reinen *R. alba*, und dem entsprechend zeigen die durchschnittenen Körner wohl merkliche Schwankungen im Verhältniss des mehligten Theiles des Endosperms zum hornigen, aber keine grösseren, als bei der reinen *R. alba* auch. Obwohl die *R. leucodon* nicht rein war, hätte sie doch einzelne Körner modificiren müssen, wenn sie dazu überhaupt im Stande gewesen wäre.

Vers. —. *R. leucodon*, bestäubt mit der *R. alba*.

Dieser Versuch wurde leider nicht ausgeführt, sein Ergebniss lässt sich jedoch nach dem des Vers. 62 mit Sicherheit voraussagen: Die Beschaffenheit der Körner wäre nicht (wesentlich) geändert worden.

B. Rassen, deren Früchte sich in zwei wirklich oder scheinbar einheitlichen Merkmalen unterscheiden.

a. Die Form und Grösse der Körner ist verschieden.

Vers. 37. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Der Versuch wurde dreimal ausgeführt.

A. Im ersten Jahr war das Saatgut aus einer grösseren Quantität Körner ausgesucht worden. Vier Pflanzen gaben 7 Kolben, die z. Th. klein, im allge-

meinen aber gut bis vollkommen entwickelt waren. Die Grösse der Körner war unverändert, die Form verschieden, spitzer oder weniger spitz; bei jeder Pflanze aber die gleiche, und die Variationen nicht anders wie bei den der gegenseitigen Bestäubung überlassenen *acuminata*-Pflanzen auch (Textfig. 14). Also kein Einfluss der Bestäubung mit der *R. vulgata*.

7 Körner einer Pflanze wogen durchschnittlich je 189 mgr, 12 Körner einer zweiten je 131 mgr, 10 Körner einer dritten je 146 mgr, 10 Körner einer vierten je 199 mgr; das Maximum war also 199 mgr, das Minimum 131 mgr.

B. Im zweiten Jahr wurden Körner jener *acuminata*-Pflanze ausgesät, die unter den der gegenseitigen Bestäubung überlassenen die spitzesten trug. Das Ergebniss war wie bei Vers. A, nur trugen nun 6 von 8 Pflanzen Kolben mit sehr spitzen Körnern, zwei hatten geblüht, aber nicht angesetzt. Im Ganzen reiften 16 Kolben.

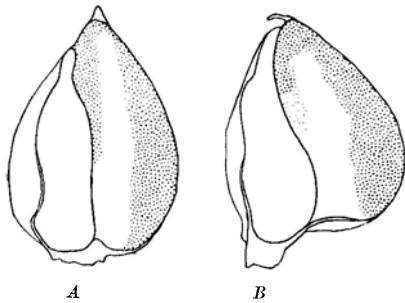


Fig. 14. Xenienkörner; *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 37). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligtheil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$.) Vergl. Textfig. 1.

25 Körner von einem Kolben der Pflanze a wogen durchschnittlich je 144 mgr (10 davon je 141 mgr), 26 von einem Kolben der Pflanze b durchschnittlich je 207 mgr (10 davon je 214 mgr), 20 von einem Kolben der Pflanze c durchschnittlich je 170 mgr; das Maximum war also 214 mgr, das Minimum 141 mgr.

C. Im Jahr 1900 wurde der Versuch wiederholt. Ich erntete von 5 Pflanzen 8 Kolben, alle sehr unvollkommen ausgebildet. Die Körner waren in Form und Grösse ganz unverändert.

Von 3 Kolben wurde je eine Anzahl Körner gewogen. 10 des ersten wogen durchschnittlich je 230 mgr, 5 beliebig herausgegriffene (von diesen 10) je 247 mgr, 20 des zweiten im Mittel je 191 mgr, 10 beliebig herausgegriffene je 185 mgr, 20 des dritten durchschnittlich je 165,9 mgr, 10 beliebig herausgegriffene je 165,8 mgr; das Maximum war also 247 mgr, das Minimum 166 mgr.

Fig. 44, Taf. I.; Textfig. 14.

Vers. 38. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. acuminata*.

Von 6 Pflanzen erhielt ich 7 Kolben, darunter einige fast oder ganz vollkommene. Die Körner waren typische *vulgata*-Körner, weder in der Grösse noch in der Form verschieden. 25 Körner des grössten, vollkommenen Kolbens wogen durchschnittlich je 315 mgr (die 10 grössten je 333 mgr, die 10

kleinsten je 301 mgr); 12 Körner eines lockerbedeckten Kolbens einer zweiten Pflanze je 381 mgr; 12 eines kleineren, ziemlich vollkommenen Kolbens einer dritten Pflanze nur 191 mgr, während ein grösserer Kolben derselben Pflanze Körner von etwa 300 mgr trug.

Fig. 45, Taf. I.

Vers. 39. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. nana*.

Von drei Pflanzen erhielt ich fünf Kolben mit nur je einem bis drei Körnern, die auch in der Grösse und Form typische *acuminata*-Körner waren. Die Färbung war nicht merklich verändert. Die 4 Körner zweier Kolben einer Pflanze wogen im Durchschnitt je 174 mgr, also mehr als das Mittel reiner *acuminata*-Körner.

Vers. 40. *R. nana*, bestäubt mit der *R. acuminata*.

Von vier Pflanzen erhielt ich eine Anzahl recht mangelhafter Kolben, bei deren Körnern sich gar kein Einfluss der *R. acuminata* zeigte. Ihre Grösse war nach den Pflanzen etwas verschieden; 7 eines mässig gut entwickelten Kolbens wogen durchschnittlich je 77,7 mgr, die drei einzigen eines zweiten Kolbens derselben Pflanze je 83 mgr.

b. Die Form und die Farbe der Körner sind verschieden.

Fehlt. Vergl. aber Vers. 64, 65, 67, 69—72.

c. Die Form der Körner und die Beschaffenheit des Endosperms sind verschieden.

a. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials ist verschieden.

Fehlt. Vergl. aber Vers. 67, 70.

β. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms ist verschieden.

Vers. 41. *R. alba*, bestäubt mit der *R. leucoceras*.

Von 4 Pflanzen erhielt ich 12 Kolben, von einer allein 7 kleine, aber z. Th. ganz gut entwickelte; eine fünfte setzte nicht an. Die Gesamtfarbe der Kolben war genau die der reinen *R. alba*; die Form der Körner war nicht im geringsten modificirt, und auch das Verhältniss zwischen dem mehligem und hornigen Theil des Endosperms bei allen darauf untersuchten Körnern genau wie bei reinen *R. alba*.

Textfig. 15.

Vers. —. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. alba*.

Der Versuch gelang nicht. Sieben Pflanzen brachten auch nicht ein reifes Korn. Sein Resultat lässt sich jedoch nach dem Ausgang von Vers. 68 voraussagen: Die Form der Körner wäre unverändert geblieben, der mehlig

Theil des Endosperms dagegen etwas grösser und dadurch die Gesamtfarbe etwas reiner weiss geworden.

Vers. 42. *R. leucodon*, bestäubt mit der *R. leucoceras*.

Von 3 Pflanzen erhielt ich je einen Kolben, darunter waren zwei ziemlich schlecht entwickelt, der dritte führte nur 6 Körner. Diese waren vollkommen rund und glatt, von den beiden andern hatte der eine lauter *leucodon*-Körner, der andere wenigstens zur Hälfte solche, zur Hälfte glatte, runde Körner,

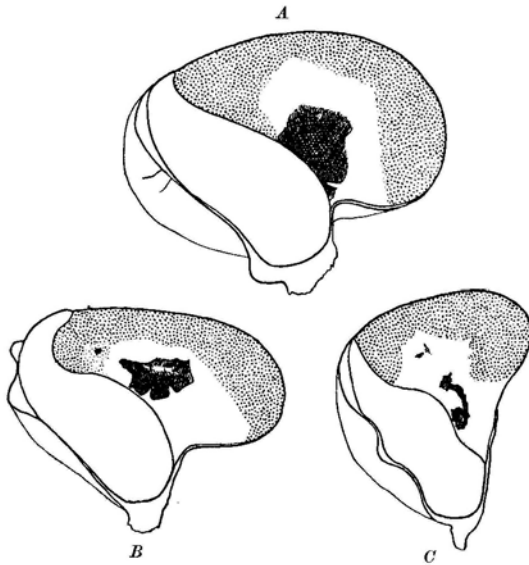


Fig. 15. Xenienkörner; *R. alba*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 41). Sagittalschnitte durch drei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehliges Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$)

ohne scharfe Grenze. Entsprechend dem lockeren Stand war die Zahnform selten, die meisten Körner waren rund, mit runder, starker Grube am Scheitel (Textfig. 16). Die Farbe der Körner entsprach ganz der *R. leucodon*, die durchschnittenen Körner mit *leucodon*-Form zeigten wenigstens annähernd das Verhältniss zwischen dem hornigen und dem mehliges Theil des Endosperms, wie die reine Rasse; die glatten Körner dasselbe, wie die glatten Körner der Kolben der sich selbst überlassenen *leucodon*-Pflanzen. Also keine merkliche Wirkung des *leucoceras*-

Pollens weder auf die Form der Körner noch auf die physikalische Beschaffenheit des Endosperms.

Textfig. 16.

d. Die Grösse und die Farbe der Körner sind verschieden.

a. Die Fruchtschale ist verschieden gefärbt.

Vers. 43. *R. nana*, bestäubt mit der *R. Philippi*.

5 von einem Individuum stammende Kolben waren recht unvollständig mit Körnern bedeckt, die bei den verschiedenen Kolben zwar verschieden gross waren, sich aber innert der für reine *nana*-Rasse zulässigen Grenzen bewegten und in der Farbe völlig unverändert waren. 6 Körner des grösst-

körnigen Kolbens wogen durchschnittlich je 147 mgr, 6 desselben Kolbens mit aufgesprungener Schale je 139 mgr; 12 Körner des kleinstkörnigen Kolbens wogen je 108,4 mgr.

Vers. 44. *R. Philippi*, bestäubt mit der *R. nana*.

Von 7 Kolben eines Individuums hatte nur einer ein einziges Korn ausgebildet, das nach Grösse und Farbe ganz der *R. Philippi* entsprach. Es wog 248 mgr. —

β. Die Farbe der Kleberschicht ist verschieden.

Vers. 45. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. cyanornis*.

2 Pflanzen brachten 4 Kolben, eine drei, eine einen. Unter jenen war ein ziemlich gut entwickelter, bei allen waren die Körner kleiner und mehr

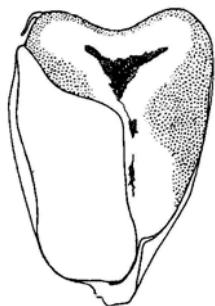


Fig. 16. Xeniensorn, *R. leucodon*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 42). Sagittalschnitt. Der mehlig-Teil des Endosperms (mit Höhle) ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$)

Vergl. Textfig. 10, A, B.

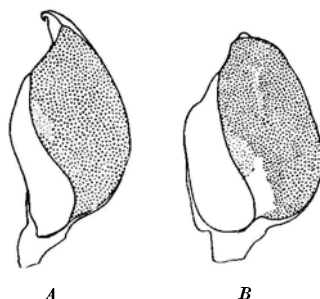


Fig. 17. Xeniensörner; *R. leucoceras* bestäubt mit der *R. cyanornis* (Vers. 45). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehlig-Teil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$) Vergl. Textfig. 8.

zugespitzt, als es bei der *R. leucoceras* gewöhnlich der Fall ist; dieser trug ganz an der Spitze ziemlich viele typische, grosse und allmählich in den Schnabel verschmälerte Körner. Einzelne Körner waren auch in der Farbe unverändert, die meisten aber mehr oder weniger graublau geworden, einzelne bis zur Nuance mitteldunkler *cyanornis*-Körner; die meisten waren perlgrau, deutliche Sprenkelung kam nicht häufig vor. Wie Textfig. 17 zeigt, ist die Beschaffenheit des Endosperms unverändert geblieben.

Fig. 76—78, Taf. I; Textfig. 17.

γ. Die Färbung des Endosperms ist verschieden.

Vers. 46. *R. alba*, bestäubt mit der *R. nana*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt; von 4 Pflanzen erhielt ich 5 Kolben, darunter einige fast vollkommene. Die Körner (wie die Kolben) waren in der

Grösse durchaus unverändert (Fig. 2, Taf. II), das Endosperm dagegen mehr oder weniger gelb gefärbt, ohne je die Intensität der reinen *R. nana* oder auch nur die der *R. vulgata* zu erreichen. Eine Anzahl auffallend heller Körner war wenigstens am Rande deutlich gelb; bei ihnen reichte in der Mitte die mehligte Partie des Endosperms weiter als sonst nach aussen (Fig. 29—31, Taf. I). — 10 ziemlich locker stehende Körner aus der Mitte eines Kolbens wogen durchschnittlich je 422 mgr, 12 dichtstehende eines anderen Kolbens einer zweiten Pflanze durchschnittlich je 359,3 mgr. Von diesen wurde das Trockengewicht der einzelnen Bestandtheile getrennt bestimmt. Das der

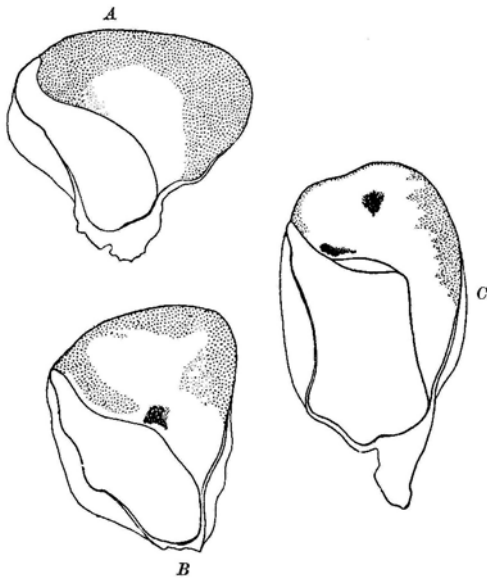


Fig 18. Xenienkörner; *R. alba*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46). Sagittalschnitte durch drei Körner von verschiedenen Pflanzen, eines, A, reif, zwei, B, C, unreif. Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($\frac{40}{10}$.)

Fruchtschale betrug 19,1 mgr, das des Endosperms 246,7 mgr, das des Embryo 30,9 mgr; das Gewicht der beiden letzten zu 100 angesetzt, wog das Endosperm 88,9, der Embryo 11,1 mgr.

Als 1900 der Versuch wiederholt wurde, erhielt ich von 8 Pflanzen 15 z. Th. ganz vollkommene Kolben, von denen ein guter Theil an der Spitze männliche — wie das Folgende zeigt, unschädlich bleibende — Blüten trug. Die Grösse der Körner und das Verhältniss zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms (Textfig. 18) waren sicher unverändert geblieben, die Farbe dagegen mehr oder weniger gelb ge-

worden, von hellcitrongelb bis gelborange, doch fehlten Körner von dem tiefen Orange der reinen *R. nana* so gut, wie ganz rein „weisse“ Körner. Die Gesamtfarbe der Kolben war deutlich heller als bei den Kolben der umgekehrten, gleich zu besprechenden Verbindung (Vers. 47), weil die Zahl der ausgesprochen hellgelben Körner grösser war. Als Ausnahme wurde beobachtet, dass einzelne ziemlich stark gelbe Körner einen scharf abgegrenzten, weissen Fleck und einzelne weisse einen scharf abgegrenzten gelben Fleck aufwiesen (Fig. 32—34, Taf. I); sonst nahm die Farbe, wie gewöhnlich, ganz allmählich von der Basis zur Spitze hin erst zu, dann ab.

Von 6, verschiedenen Pflanzen angehörigen Kolben wurden je eine Anzahl Körner gewogen; 20 lockerstehende des ersten wogen durchschnittlich je 404,4 mgr; 19 dichtstehende des zweiten durchschnittlich 400 mgr, und zwar 9 hellere Körner je 407, 10 dunklere je 394 mgr; 12 sehr locker stehende des dritten im Mittel je 387 mgr; 12 dichtstehende des vierten je 374 mgr; 20 lockerstehende des fünften 341 mgr; 20 dichtstehende des sechsten 264 mgr und zwar die 10 helleren 250 mgr, die 10 dunkleren 278 mgr. Das Maximum war 407 mgr, das Minimum 250 mgr. Da das Gewicht bei der reinen, der Selbstbestäubung überlassenen *R. alba* derselben Abstammung zwischen 436 mgr und 203 mgr schwankte, sind die Xenienkörner nicht leichter.

Von 2 Proben wurden je 19 und 12 Körner eingeweicht, vor Beginn der Keimung zerlegt und die Bestandtheile getrennt bei 100° getrocknet und gewogen. Das mittlere Gewicht einer Fruchtschale betrug 17,3 und 20,8 mgr, das eines Endosperms 266 und 272 mgr, das eines Embryo 31 und 35 mgr. Setzt man das Gewicht von Endosperm und Embryo zu 100 an, so macht das erstere 89,6 und 88,6 Gewichtstheile, der letztere 10,4 und 11,4 Gewichtstheile aus. Versuche mit den im selben Jahr gebauten reinen Rassen hatten für *R. alba* ergeben 89,3 : 10,7, für *R. nana* 88 : 12.

Flächenschnitte des Endosperms zeigten in der Grösse der Kleberzellen keine Differenzen gegenüber der *R. alba*, die *R. nana* zeigt hierin aber auch keine constanten Unterschiede. Dagegen zeigen Schnitte, normal zur Oberfläche, dass die Kleberzellen nicht niedriger sind als bei der *R. alba*, während die *R. nana* ja wesentlich niedrigere besitzt. (Die Höhe betrug z. B. im Mittel 56—60 μ , das Minimum 40 μ , das Maximum 80 μ , letzteres war aber ein Ausnahmefall.)

Bei einem Versuch mit zwei Proben verschiedener Herkunft war die Keimung nach 2 × 24 Stunden noch nicht eingetreten, so wenig wie bei reiner *R. alba* derselben Provenienz.

Fig. 29—35, Taf. I; Fig. 2, Taf. II; Textfig. 18.

Vers. 47. *R. nana*, bestäubt mit der *R. alba*.

Von 6 Pflanzen erhielt ich je einen Kolben, fast lauter gut entwickelte. Die Grösse der Körner (und der Kolben) (Fig. 3, Taf. II) war durchaus unverändert, ihre Farbe schwankte zwischen dem Orange der reinen *R. nana* und einem reinen Gelb (Fig. 43, Taf. I); die Gesamtfarbe der Kolben ist deshalb wesentlich heller als bei jener, etwa wie bei der *R. vulgata* oder noch etwas heller. Durchschnitten zeigen die Körner meist den mehligem Theil des Endosperms dem hornigen gegenüber etwas mehr im Vortheil als bei reiner *R. nana* (Textfig. 19).

Wägungen wurden mit den Körnern von drei Kolben angestellt, die verschiedenen Pflanzen angehörten. 20 des ersten wogen durchschnittlich

je 89 mgr, 20 des zweiten je 80,5 mgr und zwar die 10 helleren je 77,9, die 10 dunkleren je 82,9 mgr; 20 des dritten je 74,05 mgr und zwar die 10 helleren je 74,6, die 10 dunkleren je 73,5 mgr. Das Maximum war also 89 mgr, das Minimum 73,5 mgr. Diese Werthe liegen durchaus innert der Grenzen, die dasselbe, der Selbstbestäubung überlassene Saatgut der *R. nana* zeigte (120 mgr im Max., 60,5 mgr im Min.).

Zwei Proben von je 20 Körnern wurden eingequellert und ganz bei Beginn der Keimung zerlegt, die Bestandtheile getrennt bei 100° getrocknet und gewogen. Das mittlere Gewicht einer Fruchtschale war 3,7 und 2,6 mgr, das eines Endosperms 66,4 und 60,3 mgr, das eines Embryo 7,7 und 7,1 mgr. Das Gewicht von Endosperm und Embryo zu 100 gesetzt, machte jenes 89,6 und 88,3 Gewichtstheile, dieses 10,4 und 11,7 Gewichtstheile aus. Versuche mit den im nämlichen Jahr gebauten reinen Rassen hatten für die *R. alba* ergeben 89,3 : 10,7, für die *R. nana* 88 : 12.

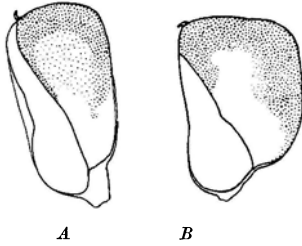


Fig. 19. Xenienkörner; *R. nana* bestäubt mit der *R. alba* (Vers.47). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. (⁴⁰/₁₀.) Vergl. Textfig. 11.

In der Flächenansicht sind die Kleberzellen nicht kleiner als bei der *R. nana*, die freilich sich hierin nicht sicher von der *R. alba* unterscheiden lässt. Dagegen sind sie auch durchaus nicht höher als bei der *R. nana*, wie Schnitte normal zur Oberfläche des Endosperms lehren, die Bestäubung mit der *R. alba* ist hierin ohne Einfluss geblieben. (So waren z. B. an einem Korn die Kleberzellen im Mittel 32—36 μ hoch, das Minimum betrug 28 μ, das Maximum 40 μ).

Bei einem Versuch mit zwei Proben verschiedener Herkunft waren nach 2 × 24 Stunden eben die ersten Keimungsstadien zu beobachten, wie bei der reinen *R. nana*.

Fig. 43, Taf. I; Fig. 3, Taf. II; Textfig. 19.

Nachstehende kleine Tabellen bringen das Ergebniss von Versuch 46 und 47 für das absolute und relative Gewicht des Embryo nach der Bastardbestäubung.

Tabelle 9 A.
Trockengewicht des Embryo in mgr.

Rasse A.	♀ A # ♂ B	♀ B # ♂ A	Rasse B.
<i>alba.</i>	Xenie.	Xenie.	<i>nana.</i>
a) 42,4; 32,3; 42,5	a) 30,9.	a) —	a) 15,6; 5,3.
b) 34,2	b) 31,0; 34,0.	b) 7,7; 7,1.	b) 8.

Tabelle 9 B.

Trockengewicht des Embryo, wenn das von Embryo und Endosperm zusammen gleich 100 gesetzt wird.

Rasse A.	♀ A ♂ B.	♀ B ♂ A.	Rasse B.
<i>alba.</i>	Xenie.	Xenie.	<i>nana.</i>
a) 13,2; 13,1; 13,4.	a) 11,1.	a) —	a) 10,8; 10,5.
b) 10,7.	b) 10,4; 11,4.	b) 10,4; 11,7.	b) 12,0.

Danach ist sicher, dass in beiden Verbindungen 1) das absolute Gewicht (und damit das Volum) des Embryo nicht wesentlich durch die Bastardbestäubung verändert wird, der Embryo vielmehr stets das für die Mutter charakteristische Gewicht besitzt, 2) das relative Gewicht des Embryo durch die Bastardbestäubung etwas, zu Gunsten eines mittleren Gewichtes, verschoben wird.

δ. Die Färbung der Fruchtschale und des Endosperms ist verschieden.

Vers. 48. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. nana*.

Ich erhielt von einer Pflanze 4 kleine Kolben, von denen einer ziemlich vollkommen entwickelt war, während die übrigen sehr mangelhaft waren. Die Körner waren äusserlich von denen der reinen *R. rubra* gar nicht zu unterscheiden, vor allem nicht kleiner, beim Anschneiden zeigte sich aber, dass das Endosperm gelb war. Das war bei allen daraufhin untersuchten Körnern der Fall, doch wurde nie das intensive Gelb der reinen *R. nana* oder *vulgata* erreicht. 15 gedrängtstehende Körner des vollkommensten Kolbens wogen durchschnittlich je 361 mgr.

Fig. 41, Taf. I.

e. Die Grösse der Körner und die chemische Beschaffenheit des Reservematerials sind verschieden.

Fehlt. Vergl. aber Vers. 66, 67, 70, 71.

f. Die Farbe der Körner und die Beschaffenheit des Endosperms sind verschieden.

a. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm ist verschieden.

1. Die Fruchtschale ist verschieden gefärbt.

Vers. 49. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. rubra*.

Ich erhielt von einer Pflanze 2 Kolben, die beide unvollkommen ausgebildet waren, vor allem der eine. Die Körner sind alle gross, glatt oder etwas gerunzelt (Textfig. 20), weisslich, aber von den Körnern der reinen *R. alba* oder denen, die bei der Bestäubung dieser mit der *R. rubra* entstehen, doch noch deutlich verschieden. Der Farbenton ist nämlich mehr bräunlich, sie glänzen auch nicht und sehen mehr opac aus. Das hängt aber zum Theil

sicher von der Beschaffenheit der Fruchtschale ab, ob ganz, wage ich nicht zu entscheiden; jedenfalls sind microscopisch in der Stärkemenge keine nennenswerthen Differenzen gegenüber den *R. rubra* und *alba* nachzuweisen.

Fig. 49, 50, Taf. I; Textfig. 20.

Vers. 50. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. dulcis*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. 2 Pflanzen gaben 4 Kolben, darunter einen fast vollkommenen; die Körner unterschieden sich in nichts, auch nicht im Gehalt an Stärke, soweit das mit dem Microscop festzustellen war, von typischen *rubra*-Körnern. Vor allem war die Färbung der Fruchtschale nicht im geringsten verändert.

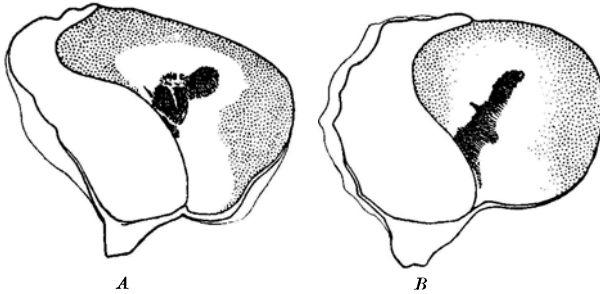


Fig. 20. Xenienkörner; *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. rubra* (Vers. 49). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen, beide locker stehend. Der mehligthe Theil des Endosperms, mit grosser Lufthöhle, ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($\frac{40}{10}$.) Vergl. Textfig. 5.

2. Die Kleberschicht ist verschieden gefärbt.

Vers. 51. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. dulcis*.

Der Versuch wurde zweimal angestellt. 5 Pflanzen gaben 8 Kolben, die zum Theil vollkommen entwickelt waren. 3, von 3 Pflanzen, trugen nur typische *cyanea*-Körner, bei den übrigen 5, von 2 Pflanzen, war etwa die Hälfte der Körner weiss, die Hälfte blau, Übergänge fehlten. In einem speciellen Fall trug ein kleiner Kolben 46 weisse und 42 blaue Körner. Die drei ersten Pflanzen waren reine *cyanea*-Rasse, die zwei letzten Bastarde, wohl mit der *R. alba*, deshalb wurde gleich die Hälfte der Körner durch die Bestäubung mit dem Pollen der *R. dulcis*, die sich hierin wie die *R. alba* verhält, weiss.

Vers. 52. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. cyanea*.

Ich erhielt nur einen Kolben, dessen wenige Körner alle fast oder völlig glatt und mehr oder weniger blau gefleckt waren; etwa die Hälfte war stark blau, keines rein weiss, keines so rein und so tief blau wie bei der *R. cyanea*. Die Nuance ist ganz ähnlich, weil auch die *dulcis*-Fruchtschale, wie die *cyanea*-Fruchtschale, nicht sehr durchsichtig ist. Der Stärkegehalt des Endosperms

entsprach, soweit das microscopisch festgestellt werden konnte, dem der *R. cyanea*, genau wie bei vorigem Versuch.

Fig. 86, Taf. I.

Vers. 53. *R. alba*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

5 Pflanzen gaben 9 Kolben, darunter nur zwei mässig gut entwickelte. Sie sahen ganz wie die Kolben der mit der *R. cyanea* bestäubten *alba*-Individuen (Vers. 7) aus; auch hier gab es auffällig viel helle Körner, darunter solche mit einem eben noch erkennbaren violetten Hauch. Ganz violette Körner waren selten. Ebenso war ein guter Theil der Kolben androgyn, doch hatte das, wie Versuch 46 lehrte, so wenig einen schädlichen Einfluss, wie bei Versuch 7. — Ich habe Zählungen an allen 9 Kolben ausgeführt, die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10.

Nummer der Kolben	I.	IIa.	II, a, b.	IIIa.	IIIb.	IIIa, b.	IV.	V a, b.
weiss	—	5	6	11	17	28	3	19
etwas blau	2	24	26	15	15	30	2	20
mittel	—	7	8	9	4	13	—	—
stark blau	—	13	18	6	11	17	2	—
ganz blau	—	4	5	5	3	8	—	—
weiss	0%		9,5%			29,2%	43%	48,7%
etwas blau	100%		41,2%			31,5%	28,6%	51,3%
stark und ganz blau	0%		36,5%			26%	28,6%	0%

Ernstlich in Betracht können nur die Zahlen für Pflanze II., III. und V. kommen, und hier stimmen sie gut mit denen von Versuch 7 (*R. alba*, bestäubt mit der *R. cyanea*) überein. — Sind viele Körner mehr oder weniger blau, so sind von diesen nicht nur absolut, sondern auch relativ mehr Körner stark blau, als wenn nur wenige mehr oder weniger blau sind; die relative Zahl der schwach veränderten Körner bei den einzelnen Kolben ist keinen grossen Schwankungen unterworfen.

Das Verhältniss zwischen dem mehligem und hornigen Theil des Endosperms ist nicht wesentlich geändert.

Textfig. 21.

Vers. 54. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. alba*.

Ich erhielt nur einige ganz mangelhafte Kolben; die paar Körner waren blau und glatt, das Endosperm des untersuchten Kornes stärkeführend, wie bei der *R. alba*.

3. Das Endosperm ist verschieden gefärbt.

Vers. 55. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Der Versuch wurde zweimal, einmal mit 3, einmal mit 2 Pflanzen gemacht. Ich erhielt 8 unvollkommene Kolben, deren grosse Körner sämmtlich glatt

oder fast glatt und gelb waren, aber etwas heller als die reine *R. vulgata*. Das Endosperm führte Stärke, wie bei dieser Rasse. Die Körner unterschieden sich von denen des Versuches 11 (*alba* ♀ + *vulgata* ♂) durch denselben bräunlichen Hauch, der auch die Xenienkörner (*dulcis* ♀ + *alba* ♂) von den Körnern der reinen *R. alba* unterschied.

4 Körner (von 2 Kolben) wogen durchschnittlich je 396,3 mgr. Sie wurden eingequellt, zu Beginn der Keimung zerlegt und die Bestandtheile getrennt bei 100° getrocknet und gewogen. Das mittlere Trockengewicht eines Kornes war 348,3 mgr, davon kam auf die Fruchtschale 18,5 mgr, auf das Endosperm 296 mgr und auf den Embryo 33,8 mgr. Das Gewicht von Endosperm und Embryo zu 100 angesetzt, wog jenes 89,7, dieser 10,3.

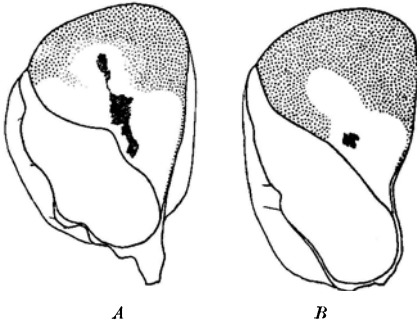


Fig. 21. Xenienkörner; *R. alba*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 53). Sagittalschnitte durch zwei Körner, das eine, B, war tiefblau gefärbt, das andere, A, in der Farbe fast unverändert geblieben. Der mehligte Theil des Endosperms, mit Lufthöhlen, ist weiss gelassen, der hornige punktirt. (⁴⁰/₁₀)

Fig. 51, Taf. I.

Vers. 56. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. dulcis*.

Der Versuch wurde zweimal, einmal mit 2, einmal mit 3 Pflanzen ausgeführt. Die 12 Kolben, mangelhaft bis fast vollkommen ausgebildet, trugen nur Körner, die, so weit sie wirklich reif waren, von reinen *vulgata*-Körnern kaum zu unterscheiden waren, die Kolben folglich auch kaum von *vulgata*-Kolben. Zwei nicht ganz reife Kolben trugen

hellere Körner, wie das auch bei nicht ganz reifen Kolben reiner *R. vulgata* der Fall ist.

10 Körner wogen durchschnittlich je 357,7 mgr. Sie wurden eingequellt, zu Beginn der Keimung zerlegt und die Bestandtheile bei 100° getrocknet und gewogen. Das mittlere Trockengewicht eines Kornes war 315,4 mgr, wovon auf die Fruchtschale 14,9 mgr, auf das Endosperm 261,1 mgr und auf den Embryo 39,4 mgr kamen. Das Gewicht dieser beiden letzten zu 100 angesetzt, machte das Endosperm 86,9, der Keim 13,1 Gewichtstheile aus.

Vers. 57. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. dulcis*.

Ein unvollkommener Kolben trug fast lauter hellgelbe Körner, die durchschnittlich heller waren als die reinen *gilva*-Körner. Ein einziges, tiefgelbes Korn war zweifellos durch ein angeflogenes Pollenkorn von einer der Rassen *vulgata*, *nana* oder *Philippi* entstanden.

4. Die Färbung ist bei Fruchtschale und Kleberschicht verschieden.

Vers. 58. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. rubra*.

4 Kolben, von einer Pflanze, waren alle unvollkommen entwickelt, die reifen Körner sämtlich glatt oder fast völlig glatt, in der Farbe genau der *R. coeruleodulcis* entsprechend, also dunkelblau, das Endosperm stärkeführend, genau wie bei der *R. rubra* (nur weniger tief hinein hornig), der Bau der Kleberschicht wie bei der *R. coeruleodulcis*. So waren die Kleberzellen auf der Kuppe eines Kornes zwischen 64 und 94 μ lang und im Mittel 20 bis 21 μ breit. — 6 isolirt stehende, reife Körner wogen durchschnittlich je 379 mgr.

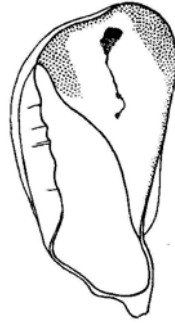
Fig. 62, Taf. I.

5. Die Färbung ist bei dem Endosperm und der Kleberschicht verschieden.

Vers. 59. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Von 2 Pflanzen erhielt ich 5 nicht vollkommene bis mangelhaft entwickelte Kolben; die Körner waren

sämtlich glatt oder, bei einer Pflanze, etwas gerunzelt, genau wie beim Pferdezahnmais, die Farbe entsprach stets genau der *R. coeruleodulcis*, nur ein Korn war deutlich etwas heller gestreift. Beim Anschneiden der Körner merkte man aber, dass das — stärkeführende — Endosperm mehr oder weniger tief gelb gefärbt war. Die Aehnlichkeit mit den Pferdezahnmais-Körnern, die sich bei den Körnern der einen Pflanze zeigte (Textfig. 22 A; Taf. II, Fig. 11), beruhte auf



A

B

Fig. 22. Xenienkörner; *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Kolben, das eine (A) geschlossen, das andere (B) isolirt stehend. Der mehliges Theil des Endosperms, mit luftführenden Höhlen, ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$.) Vgl. Textfig. 4.

denselben Ursachen wie bei jenen (vergl. p. 127), es ist völlig ausgeschlossen, dass sie die Folge einer Bastardirung mit Pferdezahnmais war. Die lang-(radial-)gestreckte Form der Kleberzellen war im Wesentlichen unverändert. Untersucht wurden 2 Körner, beim einen waren die Zellen, bei drei Schnitten (gemessen auf der Höhe des Kornes, wie bei den folgenden Messungen), 64—72 μ , 60—72 μ , ja gar bis 92 μ lang, bei einer Breite von 20—24 μ ; beim andern bis 56 μ hoch und sehr schmal, durchschnittlich nur 13 μ breit.

10 Körner vom einen und 5 vom andern Kolben desselben Individuum wurden gewogen, das mittlere Gewicht eines Kornes war je 311,5 mgr und je 404,4 mgr. Das durchschnittliche Trockengewicht war 275,4 mgr und 354,3 mgr;

davon machte die Fruchtschale 16,2 mgr und 21,6 mgr, das Endosperm 233,3 mgr und 300,9 mgr, der Embryo 25,9 mgr und 31,8 mgr aus. Endosperm und Embryo zusammen gleich 100 gesetzt, machte das Endosperm 90,38 und 90,44, der Embryo 9,62 und 9,56 aus. Auch hier ist also das Verhältniss, trotz der starken Differenz im Gesamtgewicht, das gleiche.

Fig. 87, 88, Taf. I; Fig. 11, Taf. II; Textfig. 22.

Vers. 60. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Ich erhielt von 2 Pflanzen 5 Kolben, von denen wenigstens einer fast vollkommen entwickelt war, aber, wie die andern, durch Mäusefrass gelitten hat. Der Stärkegehalt des Endosperms entsprach, soweit das die microscopische Untersuchung lehren kann, ganz dem der reinen *vulgata*-Körner, dagegen war die Kleberschicht fast jedes Kornes mehr oder weniger blau gefärbt; die Abstufungen bestanden theils in schwächerer Intensität der Färbung, theils in Sprekelung, homogen und dunkel blaue Körner waren so selten wie ganz unveränderte gelbe; oft war nur ein Punkt bei blauen Körnern heller oder, bei gelben, blau. Die Intensität des Gelben entsprach (fast) genau dem der reinen *R. vulgata*, sowohl bei den in der Kleberschicht stark als bei den schwach modificirten Körnern.

Den Grad der Blaufärbung der Körner habe ich für die 5 Kolben festgestellt, so gut es gehen wollte.

Tabelle 11.

Nummer des Kolbens	I, 1.	I, 2.	I, 3.	I, 1+3.	II, 1.	II, 2.	II, 1, 2	I, II.	
rein gelb	—	—	—	—	2	1	3	3	1,3%
etwas blau	17	12	4	33	45	9	54	87	36,5%
mittel	33	3	4	40	23	6	29	69	29,0%
stark blau	51	2	3	56	17	6	23	79	33,2%
ganz blau	—	—	—	—	—	—	—	—	—

10 Körner vom Kolben 1 der Pflanze I wogen durchschnittlich je 378,3 mgr. Sie wurden eingequellt, bei Beginn der Keimung zerlegt und die Bestandtheile getrennt bei 100° getrocknet und gewogen. Das durchschnittliche Trockengewicht eines Kornes war 336,2 mgr, davon kam auf die Fruchtschale 16,5 mgr, auf das Endosperm 285,2 mgr, auf den Embryo 34,5 mgr. Das Gewicht dieser beiden letzten zu 100 angesetzt, kam auf das Endosperm 89,25 und auf den Embryo 10,75.

5 Körner von dem Kolben 2 derselben Pflanze wogen durchschnittlich je 430 mgr; das Trockengewicht betrug je 382,9 mgr, wovon die Fruchtschale 18,4 mgr, das Endosperm 326,2 und der Embryo 38,3 mgr ausmachte. Das Gewicht von Endosperm und Embryo zu 100 angesetzt, beträgt das des

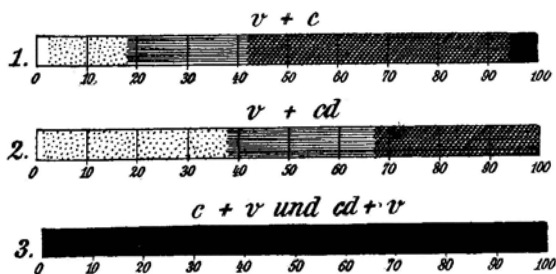
Endosperms 89,5, das des Embryo 10,5; das Verhältniss beider ist also fast genau das gleiche wie oben.

Der Versuch wurde 1900 wiederholt; ich erhielt von einer Pflanze einen ziemlich schlecht besetzten Kolben, dessen Körner ganz den eben beschriebenen entsprachen. Von den 76 Körnern waren:

Rein gelb 3 = 3,9%, etwas blau 19 = 25,0%, mittel 18 = 23,7% und stark blau 36 = 47,4%; keines war homogen und tief blau.

Einzelne gelbe Körner wiesen gerade noch erkennbare Spuren von Blau auf. Die gelbe Grundfarbe war wohl eine Spur heller als bei reiner *vulgata*. Fig. 81—83, Taf. I. stellen einzelne der Xenienkörner dar. — Die Kleberzellen waren unverändert geblieben, nicht (radial) gestreckter, in einem bestimmten Fall waren sie, auf der Höhe des Kornes, sogar nur 36 μ hoch, bei einer mittleren Breite von 22 μ .

Fig. 81.—83, Taf. I.



Textfig. 23, 2, 3 stellt graphisch das Verhalten des Blau dem Gelb gegenüber für Versuch 59 und 60 dar; zum Vergleich ist auch das von Versuch 27 und 28 dazu genommen worden (1, 3), wo das Blau von einer andern Rasse geliefert wurde. Eine nähere Erläuterung giebt die Figurenerklärung.

Fig. 23. Xenienkolben der Abstammung *cyanea* und *coeruleodulcis* einerseits, *vulgata* andererseits. Graphische Darstellung der Prozentzahlen, in denen die ganz blauen (schwarz), stark blauen (doppelt schraffirt), mittleren (einfach schraffirt), etwas blauen (punktirt) und rein gelben (weiss gelassen) Körner vorhanden sind bei 1: ♀ *vulgata* ♂ *cyanea* (Vers. 28), 2: ♀ *vulgata* ♂ *coeruleodulcis* (Vers. 60) und 3: ♀ *cyanea* und *coeruleodulcis* ♂ *vulgata* (Vers. 27 und 59).

Vers. 61. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Ich erhielt bloss einen Kolben, der nur auf einer Seite fast vollständig war. Die 73 Körner waren alle bis auf eines mehr oder weniger stark blau gefleckt und zwar 22 etwas blau, 21 mittel und 29 stark blau; ganz blau war kein einziges Korn. Ausserdem war die Gelbfärbung des Endosperms merklich blasser als bei der reinen *R. gilva*, aber bei allen Körnern annähernd gleich, bei den besonders stark blauen Körnern nicht merklich heller. Fig. 85, Taf. I. stellt ein Xenienkorn dieser Abstammung dar.

1900 wurde der Versuch wiederholt, ich erhielt von einer Pflanze nur ein einziges, auffallend blosses, dicht, aber fein violett gesprenkeltes Korn.

Fig. 85, Taf. I.

β. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms ist verschieden.

1. Die Fruchtschale ist verschieden gefärbt.

Fehlt.

2. Die Kleberschicht ist verschieden gefärbt.

Fehlt.

3. Das Endosperm ist verschieden gefärbt.

Vers. 62. *R. leucodon*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Ich erhielt von 3 Pflanzen je einen Kolben; zwei davon waren mässig gut entwickelt, der dritte war nicht ganz reif geworden. Bei allen hatte wenigstens die Hälfte der Körner die Form des Pferdezahnmaises, der Rest der Körner war rund und glatt und alle waren gelb, heller gelb als die reine *R. vulgata*, die einzelnen Körner von verschiedener Intensität; die dunkleren und die helleren konnten die Zahnform zeigen oder rund sein, beide Merkmale standen also nicht in Correlation. Die Längsschnitte zeigten das Verhältniss des mehligten Theiles des Endosperms zum hornigen im Wesentlichen unverändert; vielleicht kommt eine geringe Verschiebung zu Gunsten des hornigen vor (Textfig. 24).

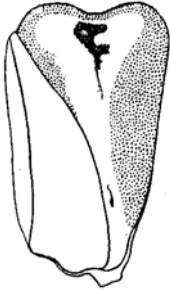


Fig. 24. Xeniokorn; *R. leucodon*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 62). Sagittalschnitt. Der mehligtheil des Endosperms (mit Lufthöhle) ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$.) Vergl. Textfig. 10.

Fig. 36, 37, T. I; Textfig. 24.

Vers. 63. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. leucodon*.

Ich erhielt von 2 Pflanzen nur zwei sehr kleine Kolben; der eine trug 2, der andere 37 Körner. Alle besaßen die unveränderte Form der reinen *R. vulgata*, sie waren gelb, aber merklich heller als diese, etwa wie die mit der *R. alba* bestäubte *R. vulgata* sie hervorbringt. Längsschnitte durch verschiedene Körner zeigten keine entschiedene Aenderung in der Dicke der hornigen Schicht des Endosperms. — 2 Pflanzen hatten nicht ein Korn gebracht.

C. Rassen, deren Früchte sich in drei wirklich oder scheinbar einheitlichen Merkmalen unterscheiden.

a. Die Form, Grösse und Farbe der Körner sind verschieden.

Vers. 64. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. alba*.

Ich erhielt von 6 Pflanzen 8 Kolben, fast lauter annähernd vollkommen ausgebildete. Die Körner waren sehr verschieden gross, bei jeder Pflanze

aber annähernd gleich; die der *R. acuminata* eigene Form blieb ganz unverändert (Textfig. 25; Fig. 46, 47, Taf. I.). Die Gesamtfarbe der Kolben war wesentlich heller als bei der reinen *R. acuminata*. Das beruhte auf dem Auftreten hellerer Körner; ihre Zahl schwankte bei den verschiedenen Kolben etwas und in Folge dessen auch die Gesamtfarbe.

Von zwei, verschiedenen Pflanzen angehörigen Kolben wurde eine Anzahl Körner gewogen. 20 Körner des einen wogen durchschnittlich je 217,3 mgr, und zwar 10 hellere im Mittel je 215,2 mgr; 16 Körner des andern dagegen 299 mgr, und 6 hellere im Mittel je 305 mgr.

Fig. 46, 47, Taf. I.; Textfig. 25.

Vers. 65. *R. alba*, bestäubt mit der *R. acuminata*.

Von 5 Pflanzen erhielt ich 10 Kolben, darunter nur einen ganz vollkommenen. Grösse und Gestalt der Körner blieb völlig unverändert; die völlig reifen Kolben zeigten lauter auffällig gelbe Körner, mit deutlichen Unterschieden in der Intensität, selbst die dunkelsten erreichten jedoch typische *acuminata*- oder *vulgata*-Körner nicht. Wenn man die ganzen Kolben verglich, war der Unterschied noch auffälliger. 10 Körner eines Kolbens wogen durchschnittlich je 483 mgr (5 davon, beliebig herausgegriffen, je 484 mgr.)

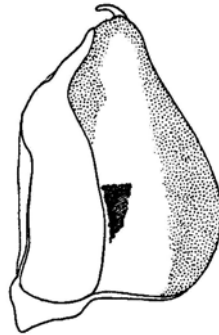


Fig. 25. Xenienkorn; *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 64.) Sagittalschnitt. Der mehligte Theil des Endosperms, mit Lufthöhle, ist weiss gelassen, der hornige punktiert. ($\frac{40}{10}$) Vergl. Textfig. 1.

b. Die Form und die Grösse der Körner und die chemische Beschaffenheit des Reservematerialies sind verschieden.

Fehlt.

c. Die Form und die Farbe der Körner und die chemische Beschaffenheit des Reservematerialies sind verschieden.

Fehlt.

d. Die Grösse und die Farbe der Körner und die chemische Beschaffenheit des Reservematerialies sind verschieden.

Vers. 66. *R. nana*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Der Versuch fiel nicht ganz rein aus, weil eine der 3 *nana*-Pflanzen zu spät castrirt worden war. Immerhin traten bei drei von den 7 Kolben, die ich erhielt, die Folgen der Bastardbestäubung sofort bei einem Theil der Körner durch eine mehr oder weniger weit gehende Blaufärbung der Kleberzellen zu Tage, in derselben Weise, wie bei der *R. vulgata*; in der Grösse der Körner war keine Veränderung nachzuweisen, die des einen Kolbens waren überhaupt

die kleinsten, die mir vorkamen, sie wogen (nach dem Durchschnitt von 10 Xenienkörnern) je 23,2 mgr.

Als 1900 der Versuch wiederholt wurde, bekam ich von 4 Pflanzen 6 kleine, locker besetzte oder mangelhafte Kolben. Die meisten Körner zeigten violette Flecken oder, besonders häufig, einen homogenen, violetten Hauch; das Gelb war etwas heller als bei der reinen *R. nana*. Die Grösse hatte nicht zugenommen. 20 Körner von einer Pflanze wogen im Durchschnitt nur je 28 mgr; die 10 grössten wurden herausgesucht, von ihnen wog eines im Mittel 35,2 mgr. 10 Körner von einer anderen Pflanze — es wurden nur ziemlich stark violett überlaufene ausgesucht — wogen im Durchschnitt nur je 37 mgr.

Da die *R. coeruleodulcis* unter allen untersuchten Rassen die höchsten, die *R. nana* die niedrigsten Kleberzellen besitzt, war es wünschenswerth, die Xenienkörner daraufhin zu untersuchen. Die Zellen verhielten sich ganz so, wie bei der reinen *R. nana*, und waren etwa 40—48 μ hoch, ausnahmsweise bis 52 μ , und 18—25 μ breit, meist etwa 23 μ .

Fig. 90, 91, Taf. I.

D. Rassen, deren Früchte sich in vier wirklich oder scheinbar einheitlichen Merkmalen unterscheiden,

in der Form, der Grösse und der Farbe der Körner und in der Beschaffenheit des Reservematerials.

Vers. 67. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Diese Verbindung entstand zufällig durch anfliegenden Pollen — die *R. cyanea* wurde in jenem Jahr gar nicht cultivirt — gelegentlich des Vers. 37; die paar Körner wurden ziemlich stark blau, ohne dass ihre Form und Grösse irgendwie oder die Farbe des Endosperms merklich geändert worden wäre.

Fig. 80, Taf. I.

Vers. 68. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. vulgata*.

Ich erhielt nur von einer Pflanze einen schlecht entwickelten Kolben. Die Körner waren nach Form und Grösse unverändert, aber alle, bis auf eines oder zwei, mehr oder weniger gelb geworden, vom eben merklichen gelblichen Anflug bis zum vollen (?) Gelborange der reinen *R. vulgata*. Des Weiteren zeigten die der Länge nach gespaltenen Körner, dass sich auch das Verhältniss zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms zu Gunsten des mehligem verschoben hatte (Textfig. 26). Das trat bei näherem Zusehen gewöhnlich schon am unverletzten Korn an einem helleren — beim gegen das Licht gehaltenen Korn dunkleren — Streifen hervor, der in den Schnabel auslief, viel auffälliger, als es bei reinen *leucoceras*-Körnern vorkommt.

Fig. 38, Taf. I.; Textfig. 26.

Vers. 69. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. leucoceras*.

Ich erhielt von 6 Pflanzen je einen Kolben. Alle waren sehr gut entwickelt, einige ganz vollkommen und nur durch die mehr oder weniger hellere Färbung von Kolben der reinen *R. vulgata* zu unterscheiden; die Grösse und Form der Körner waren unverändert geblieben und die Längsschnitte, die ich ausführte, zeigten, dass das auch im Wesentlichen für das Verhältniss des mehliges Theiles des Endosperms zu dem hornigen Theile galt (Textfig. 27). In der Färbung verhielten sich nicht alle Kolben gleich. Einer war nur eben etwas heller als einer der reinen *R. vulgata*. Bei genauerm Zusehen bemerkte man einige wesentlich hellere Körner. Die übrigen Kolben waren ausgesprochen heller, und dementsprechend waren auch die helleren Körner häufiger und auffälliger, einer war ganz besonders hell (und dazu ganz reif).

Textfig. 27.

Vers. 70. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Von 2 Pflanzen erhielt ich je einen Kolben. Die Körner des einen entsprachen ganz in der Grösse und Form typischen *leucoceras*-Körnern, sie waren gross und auffallend geschnäbelt, die Körner des anderen, fasciirten

Kolbens waren kleiner, weniger lang geschnäbelt als gewöhnlich. Jene zeigten in ihrer Färbung alle möglichen Uebergänge von reiner *leucoceras*-Farbe bis zu der Farbe der *R. coeruleodulcis*, die unter der glattanliegenden, glänzenden, durchsichtigen Fruchtschale blauschwarz aussah. Gescheckte Körner waren nicht selten. Von den 18 vorhandenen waren weiss: 1, etwas blau: 5, mittel: 5, stark blau: 5, ganz blau: 2. Unter den Körnern des anderen Kolbens waren

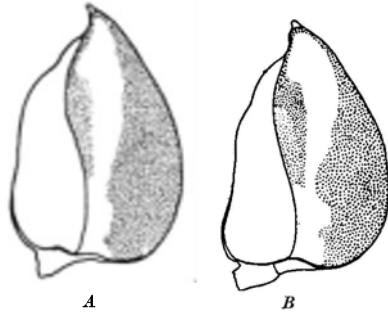


Fig. 26. Xenienkörner; *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 68). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehliges Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($^{40}/_{10}$.) Vergl. Textfig. 8.

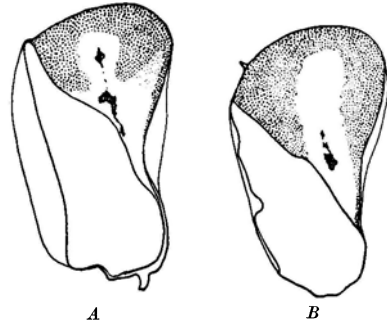


Fig. 27. Xenienkörner; *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 69). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehliges Theil der Endosperms mit luftführenden Spalten ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($^{40}/_{10}$.) Vergl. Textfig. 6.

dunkler blaue seltener. Die Längsdurchschnittenen zeigten genau dieselbe physikalische Beschaffenheit des Endosperms, wie *leucoceras*-Körner; auch die Jodreaction der Stärke war genau dieselbe.

Fig. 74, 75, Taf. I.; Textfig. 28.

Vers. 71. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. leucoceras*.

5 Pflanzen brachten 5 grosse Kolben, darunter 3 gut entwickelte. Nach der Färbung liessen sie sich in 3 Gruppen bringen; das Endosperm der Körner dagegen war bei allen gleichmässig ausgebildet, und zwar wie bei der *R. alba* oder *vulgata*, z. Th. mehlig, z. Th. hornig (Textfig. 29). Die Form der Körner

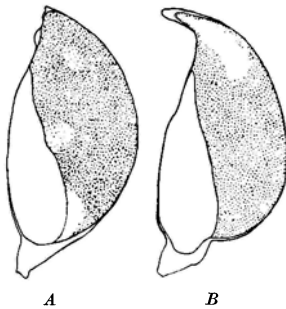


Fig. 28. Xenienkörner; *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 70). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligtheil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. (⁴⁰/₁₀.)
Vergl. Textfig. 8.

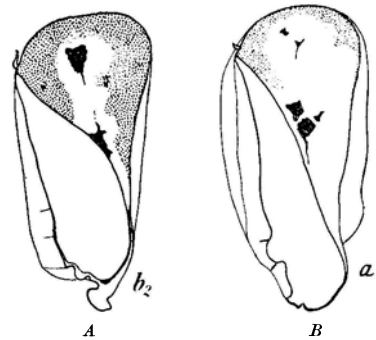


Fig. 29. Xenienkörner; *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 71). Sagittalschnitte durch zwei Körner von verschiedenen Pflanzen. Der mehligtheil des Endosperms, mit luftführenden Höhlen, ist weiss gelassen, der hornige punktiert. (⁴⁰/₁₀.) Vergl. Textfig. 4.

endlich und ihre Grösse waren unverändert und entsprachen genau denen von reifen, aber noch nicht geschrumpften Körnern der *R. coeruleodulcis*.

Die erste Gruppe wurde von zwei fast vollkommenen Kolben gebildet, deren Körner in allen Abstufungen von homogen blauviolett durch röthlich- oder grünlichblau bis weisslich gefärbt waren. Mittlere und ganz blass Körner überwogen; deutliche Flecken oder Sprenkeln fehlten. Ein dunkles Korn war nicht ganz glatt geworden (Fig. 72, Taf. I.).

Die zweite Gruppe umfasste nur einen fast vollkommenen Kolben, der sich im wesentlichen ähnlich verhielt, wie die eben beschriebenen, vor allem auch als Ganzes sehr blass gefärbt war, aber eine Anzahl sehr ausgesprochen gefleckter Körner aufwies. Wahrscheinlich ist er nicht ganz reif geworden, man sieht bei den gefleckten Körnern oft deutlich, dass das Endosperm nur unter den dunklen Stellen hornig ist.

Die dritte Gruppe endlich umschloss zwei mangelhafte Kolben — der eine war nur in der untern Hälfte vollkommen, der andere sehr lückenhaft ausgebildet — mit ganz überwiegend grau-violetten Körnern, einzelne waren mehr grünlich-graublau, einzelne weisslich; die Gesamtfarbe war heller, als bei reiner *R. coeruleodulcis*, aber viel dunkler, als bei der ersten und zweiten Gruppe. Hier war auch der mehlig-theil des Endosperms gegenüber dem hornigen meist stärker entwickelt und die Körner hatten oft, in einer seichten Grube auf der Kuppe, etwas wenig vom Pferde-zahnmais, wie bei Vers. 59.

Fig. 65—68, 70 auf Tafel I. stellen einige Körner der ersten Gruppe, Fig. 69, 71, 73 derselben Tafel einige der zweiten und Fig. 72 eines der dritten dar, Fig. 10 auf Taf. II. einen der beiden Kolben der ersten Gruppe.

Fig. 65—73, Taf. I.; Textfig. 29.

Vers. 72. *R. alba*, bestäubt mit der *R. cyanornis*.

Ich erhielt nur von einer Pflanze einen kleinen, dicht besetzten, unreifen Kolben. Soviel war aber doch schon zu sehen, dass die Grösse und Gestalt der Körner unverändert geblieben war und dass die Mehrzahl der Körner hell-blau bis violett-grau war. Ueber die Beschaffenheit des Endosperms liess sich noch nichts sagen.

II. Versuche, bei denen zweierlei Pollen zur Bestäubung verwendet wurde.

A. Versuche mit drei verschiedenen Rassen.

Auch bei diesen Versuchen wurden die drei Rassen durcheinander gepflanzt, aber nur die Individuen einer Rasse castrirt. Sie wurden zur Beantwortung einer bestimmten Frage angestellt (p. 190, Satz 9), die auch die Wahl der Rassen diktirte.

Vers. 73. *R. alba*, gleichzeitig bestäubt mit der *R. cyanea* und der *R. vulgata*.

Ich erhielt von 8 Pflanzen je einen Kolben, darunter einige fast vollkommene. Die Mehrzahl der Körner waren ausgesprochene *vulgata*-Xenien, entsprechend Vers. 11; die Minderzahl *cyanea*-Xenien, entsprechend Vers. 7. Kein Korn zeigte gleichzeitig eine mehr oder weniger blaue Kleberschicht und ein mehr oder weniger gelbes Endosperm, bei jedem kann nur ein Pollenkorn xenienbildend eingewirkt haben.

Vers. —. *R. alba*, gleichzeitig bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* und der *R. vulgata*.

Ich erhielt nur Kolben mit *vulgata*-Xenien.

Vers. 74. *R. dulcis*, gleichzeitig bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* und der *R. vulgata*.

Ich erhielt verschiedene Kolben, aber nur einen, der neben *coeruleodulcis*-Xenien (die ganz den in Vers. 9 geschilderten entsprachen), eine *vulgata*-Xenie aufwies (die ganz den in Vers. 55 beschriebenen entsprach). Sie zeigte keine Spur von einem Einfluss der *coeruleodulcis*-Rasse.

B. Versuche mit zwei verschiedenen Rassen.

Diese Versuche ergaben sich direkt durch die vorigen (73, 74).

Vers. —. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. cyanea* und der *R. vulgata*.
Von 8 Pflanzen erhielt ich nur 2 mangelhafte Kolben, deren Körner nichts von einem Einfluss der *R. vulgata* aufwiesen.

Vers. 75. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. vulgata* und der *R. cyanea*.
Ich erhielt von 6 Pflanzen je einen vollkommenen oder annähernd vollkommenen Kolben; davon waren 2 vollständig mit *vulgata*-Körnern bedeckt, bei den 4 andern zeigten je ein bis vier Körner mehr oder weniger starke und ausgedehnte, blaue Flecke. Bei diesen *cyanea*-Xenien war die gelbe Farbe des Endosperms nicht entschieden heller als bei den danebenstehenden, reinen *vulgata*-Körnern, bei denen ganz geringe Intensitätsschwankungen auch vorkamen.

Vers. 76. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* und der *R. vulgata*.

Von 3 Pflanzen erhielt ich 10 meist lückenhafte Kolben. Die Körner waren der Mehrzahl nach typische *coeruleodulcis*-Körner, einzelne aber zwar ebenfalls homogen und stark blau, aber glatt; angeschnitten zeigten sie ein gelbes Endosperm, waren also *vulgata*-Xenien.

Vers. 77. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* und der *R. vulgata*.

Von 11 Pflanzen erhielt ich 14 Kolben, die vielfach lückenhaft besetzt waren. Alle zeigten neben typischen *vulgata*-Körnern auch noch *coeruleodulcis*-Xenien, die ganz den bei Vers. 60 beschriebenen entsprachen; ihre Zahl schwankte zwischen 1,5% und 47%. Das Endosperm war bei den Xenien-Körnern in keinem Falle deutlich heller als bei den reinen *vulgata*-Körnern. An zwei Kolben habe ich Zählungen vorgenommen (Tab. 12).

Während also bei beiden Kolben mittlere Färbungen annähernd gleich häufig waren, waren bei dem einen die schwach blau gefärbten, bei dem andern die stark blau gefärbten häufiger, ganz ähnlich, wie bei den Kolben der Individuen I. und II. des Vers. 60.

Tabelle 12.

Nummer des Kolbens	I.		II.		I. u. II.	
rein gelb	47	—	224	—	271	—
mehr oder weniger blau	40	—	34	—	74	—
<i>nämlich:</i>						
mit etwas Blau	24	= 60%	7	= 21%	31	= 42%
mittel	12	= 30%	11	= 32%	23	= 31%
stark blau	4	= 10%	16	= 47%	20	= 27%
ganz blau	—	—	—	—	—	—

VII. Abschnitt.

Das Verhalten der einzelnen Merkmale einer Kategorie zu einander bei den Xenien

(im Jahre der Bastardbestäubung).

I. Die Form der Körner. — II. Die Grösse der Körner. — III. Die Farbe der Fruchtschale. — IV. Die Farbe des Endosperms. — V. Die Farbe der Kleberschicht. — VI. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials. — VII. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms. — VIII. Die Form der Kleberzellen. — IX. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm. — Die Schnelligkeit des Keimens.

Wir haben gesehen, dass man sich die einzelnen Merkmale als das Gegebene vorstellen kann, und die Rassen durch die Kombination der Merkmale, von je einem aus jeder Kategorie, entstanden (p. 134).

Im Folgenden sind aus den eben beschriebenen Versuchen die Ergebnisse für die einzelnen Merkmale zusammengestellt; dabei wird gleich untersucht, ob sie bei allen Rassen und allen Individuen gleich sind, ob also die Rassenzugehörigkeit und die Individualität ohne Einfluss bleiben.

I. Die Form der Körner.

1. Spitz + Rund.

1a. ♀ Spitz + ♂ Rund.

R. acuminata, bestäubt mit den *R. vulgata* (Vers. 37), *nana* (39), *alba* (64), *coeruleodulcis* (67): Die Form bleibt unverändert.

R. leucoceras, bestäubt mit den *R. vulgata* (Vers. 68), *coeruleodulcis* (70): Ebenso.

1b. ♀ Rund + ♂ Spitz.

R. alba, bestäubt mit den *R. leucoceras* (Vers. 41) und *acuminata* (65): Die Form bleibt unverändert.

R. coeruleodulcis und *leucodon*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 71 und 42): Ebenso.

R. nana, bestäubt mit der *R. acuminata* (Vers. 40): Ebenso.

R. vulgata, bestäubt mit den *R. acuminata* (Vers. 38) und *leucoceras* (69): Ebenso.

2. Spitzlich + Rund.

2a. ♀ Spitzlich + ♂ Rund. Fehlt.

2b. ♀ Rund + ♂ Spitzlich.

R. alba, bestäubt mit der *R. cyanornis* (Vers. 72): Die Form bleibt unverändert.

3. Spitzlich + Spitz.

3a. ♀ Spitzlich + ♂ Spitz. Fehlt.

3b. ♀ Spitz + ♂ Spitzlich.

R. leucoceras, bestäubt mit der *R. cyanornis* (Vers. 45): Die Form bleibt unverändert.

Die Form der Körner wird also durch die Bastardbestäubung nicht geändert, und damit auch die des Bastard-Endosperms nicht. (Das Glatwerden der runzeligen Zuckermaiskörner gehört nicht hieher).

II. Die Grösse der Körner.

1. Gross + Klein.

1a. ♀ Gross + ♂ Klein.

R. alba, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46) und *cyanornis* (72): Die Grösse bleibt unverändert.

R. Philippi, *rubra* und *vulgata*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 44, 48 und 2): Die Grösse bleibt unverändert.

1b. ♀ Klein + ♂ Gross.

R. nana, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47), *coeruleodulcis* (66), *Philippi* (43) und *vulgata* (1): Die Grösse bleibt unverändert.

2. Gross + Mittel.

2a. ♀ Gross + ♂ Mittel.

R. alba, bestäubt mit der *R. acuminata* (Vers. 65) und *leucoceras* (41): Die Grösse bleibt unverändert.

R. coeruleodulcis und *leucodon*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 71 und 42): Die (wahre) Grösse bleibt unverändert.

R. vulgata, bestäubt mit den *R. acuminata* (Vers. 38) und *leucoceras* (69): Die Grösse bleibt unverändert.

2b. ♀ Mittel + ♂ Gross.

R. acuminata, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 64), *coeruleodulcis* (67) und *vulgata* (37): Die Grösse bleibt unverändert.

R. leucoceras, bestäubt mit den *R. coeruleodulcis* (Vers. 70) und *vulgata* (68): Ebenso.

3. Mittel + Klein.

3a. ♀ Mittel + ♂ Klein.

R. acuminata, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 39): Die Grösse bleibt unverändert.

R. leucoceras, bestäubt mit der *R. cyanornis* (Vers. 45): Ebenso.

3b. ♀ Klein + ♂ Mittel.

R. nana, bestäubt mit der *R. acuminata* (Vers. 40): Die Grösse bleibt unverändert.

In der untenstehenden Tabelle 13 sind die Durchschnittsgewichte der Xenienkörner und der Körner der Elternrassen, bei diesen auch die Maxima und die Minima, zusammengestellt.

Tabelle 13.
Gewicht der Körner in mgr.

Rasse A.	Xenien. A ♀ # B ♂	Xenien. B ♀ # A ♂	Rasse B.
<i>R. alba.</i> 462— 353 —203.	422, 404, 400, 387, 374, 359, 341, 264.	89, 81, 74.	<i>R. nana.</i> 121— 87 —59.
<i>R. rubra.</i> 396— 314 —182.	361.	—	<i>R. nana.</i> 121— 87 —59.
<i>R. Philippi.</i> 347	248.	147 ¹⁾ , 108.	<i>R. nana.</i> 121— 87 —59.
<i>R. coeruleodulcis.</i> 237— 205 —175.	—	37, 28, 23.	<i>R. nana.</i> 121— 87 —59.
<i>R. vulgata.</i> 448— 345 —190.	430, 420, 337.	143 ¹⁾ , 92.	<i>R. nana.</i> 121— 87 —59.
<i>R. alba.</i> 462— 353 —203.	483.	299, 217.	<i>R. acuminata.</i> 199— 166 —127.
<i>R. vulgata.</i> 448— 345 —190.	381, 315, 300 (191).	230, 207, 199, 191, 189, 166, 146, 144, 131.	<i>R. acuminata.</i> 199— 166 —127.
<i>R. acuminata.</i> 199— 166 —127.	174.	83, 78.	<i>R. nana.</i> 121— 87 —59.
<i>R. coeruleodulcis.</i> 237— 205 —175.	404, 316.	430, 378.	<i>R. vulgata.</i> 448— 345 —190.
<i>R. dulcis.</i> 288— 224 —186.	396.	358.	<i>R. vulgata.</i> 448— 345 —190.
<i>R. coeruleodulcis.</i> 237— 205 —175.	379	—	<i>R. rubra.</i> 396— 314 —182

1) War wahrscheinlich keine reine *R. nana* gewesen. Vergl. p. 112.

Die Grösse der Körner bleibt also bei der Bastardbestäubung im Wesentlichen unverändert und damit auch die des Bastard-Endosperms, eine geringe Gewichtserhöhung ist die Folge der Kreuzung. (Die Gewichtszunahme bei den Zuckermaisrassen gehört nicht hierher.) Ebenso bleibt aber auch, wie Vers. 46 und 47 lehren, die Grösse des Embryo beim Bastard unverändert die der ♀ Rasse.

III. Die Farbe der Fruchtschale.

1. Roth + Blassgelb.

1a. ♀ Roth + ♂ Blassgelb.

R. rubra, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 4), *cyanea* (18), *dulcis* (50), *nana* (48) und *vulgata* (21): Die Farbe der Fruchtschale bleibt unverändert.

1b. ♀ Blassgelb + ♂ Roth.

R. alba, *coeruleodulcis*, *cyanea*, *dulcis*, *gilva*, *vulgata*, bestäubt mit der *R. rubra* (Vers. 3, 58, 17, 49, 25 und 22): Die Farbe der Fruchtschale bleibt unverändert.

2. Rothbraun + Blassgelb.

2a. ♀ Rothbraun + ♂ Blassgelb.

R. Philippi, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 20), *cyanea* (30), *nana* (44) und *vulgata* (5): Die Farbe der Fruchtschale bleibt unverändert.

2b. ♀ Blassgelb + ♂ Rothbraun.

R. alba, *cyanea*, *gilva*, *nana*, *vulgata*, bestäubt mit der *R. Philippi* (Vers. 19, 31, 26, 43, 6): Die Farbe der Fruchtschale bleibt unverändert.

3. Roth + Rothbraun.

3a. ♀ Roth + ♂ Rothbraun.

R. rubra, bestäubt mit der *R. Philippi* (Vers. 24): Die Farbe der Fruchtschale bleibt unverändert.

3b. ♀ Rothbraun + ♂ Roth.

R. Philippi, bestäubt mit der *R. rubra* (Vers. 23): Die Farbe der Fruchtschale bleibt unverändert.

Die Farbe der Fruchtschale bleibt also bei der Bastardbestäubung unverändert.

Das gilt auch für die weniger auffälligen Modifikationen, in denen die „blassgelbe“ Fruchtschale auftritt (vergl. z. B. Vers. 32 mit Vers. 33 und 49 oder Vers. 11 mit Vers. 55), ferner für den Luftgehalt der Schale (vergl. Vers. 7 mit Vers. 52) und für ihre Dicke (vergl. ihr relatives Gewicht bei Vers. 46 u. 47).

IV. Die Farbe des Endosperms.

1. Weiss + Hellgelb.

1a. ♀ Weiss + ♂ Hellgelb.

R. alba und *cyanea*, bestäubt mit der *R. gilva* (Vers. 14 und 29): Die Färbung ist durchschnittlich deutlich gelber als bei *R. alba*, aber heller als bei *R. gilva*; die Schwankungen zwischen den einzelnen Körnern eines Kolbens sind beträchtlich.

1b. ♀ Hellgelb + ♂ Weiss.

R. gilva, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 14), *dulcis* (57) und *rubra* (25): Die Färbung ist meist deutlich heller als bei *R. gilva*, nur einige mit *R. alba* bestäubte Kolben sind kaum zu unterscheiden; die Schwankungen zwischen den einzelnen Körnern eines Kolbens sind merklich.

2. Weiss + Gelborange.

2a. ♀ Weiss + ♂ Gelborange.

R. alba, bestäubt mit den *R. acuminata* (Vers. 65), *Philippi* (19) und *vulgata* (11): Die Färbung ist verändert, entschieden gelb, von hellgelb bis gelborange, fast so intensiv wie bei den ♂ Rassen; die Extreme sind selten, die Körner desselben Kolbens also meist mittel, beim einzelnen Korn ist die Färbung annähernd homogen oder auf der Kuppe heller, ohne scharfe Abgrenzung.

R. coeruleodulcis und *leucoceras*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59 und 68): Ebenso.

R. cyanea, bestäubt mit den *R. Philippi* (Vers. 31) und *vulgata* (27): Ebenso.

R. leucodon, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 62): Ebenso; doch sind die Kuppen der Körner stets heller, weil hier der mehligte Theil des Endosperms fast bis zur Oberfläche kommt.

R. rubra, bestäubt mit der *R. Philippi* (Vers. 24) und *vulgata* (21): Ebenso.

Statt des weissen Endosperms erhält man also stets ein mehr oder weniger gelbes; von hellgelb bis gelborange schwankend, bei den Körnern desselben Kolbens. Die Extreme sind selten, bei jedem Korn ist die Färbung homogen oder nimmt gegen die Kuppe zu allmählich ab; scharf abgegrenzte Flecken fehlen. — Die Rasse hat nur einen geringen Einfluss, doch ist z. B. unverkennbar, dass bei *R. dulcis* als ♀ die Färbung bei allen Körnern gleichmässiger ausfällt, als bei *R. leucoceras* als ♀.

2b. ♀ Gelborange + ♂ Weiss.

R. acuminata, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 64) und *coeruleodulcis* (67): Die Färbung ist bei einer Anzahl Körner deutlich verändert, sie ist heller geworden.

R. Philippi, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 20), *cyanea* (30) und *rubra* (23): Die Färbung ist nicht merklich verändert.

R. vulgata, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 12), *coeruleodulcis* (60), *cyanea* (28), *dulcis* (56), *leucoceras* (69), *leucodon* (63), *rubra* (22): Die Färbung ist unverändert oder merklich heller, die Rasse, die den Pollen liefert, ist dabei von grossem Einfluss, die *R. leucoceras* ist am wirksamsten.

Statt eines gelborangen Endosperms erhalten wir also zuweilen ein auffällig hellergefärbtes, bei Körnern desselben Kolbens. Das einzelne Korn bleibt annähernd homogen gefärbt. — Auf das Resultat kann schon das Individuum Einfluss haben (Vers. 65 und 69), noch auffälliger ist der Einfluss der Rasse, und zwar sowohl der, die den Pollen liefert, als der, die die Samenanlagen bietet. So zeigt die *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 65), den Einfluss in einzelnen Körnern der Kolben sehr stark, während die *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. leucoceras*, Kolben hervorbringt, deren Körner insgesamt wesentlich heller sein können (Vers. 69).

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass ♀ Weiss + ♂ Gelborange und ♀ Gelborange + ♂ Weiss merklich verschiedene Producte geben, und zwar so, dass das einzelne Product durchschnittlich der Mutter etwas ähnlicher ist. Das ist besonders deutlich, wenn man die Gesamtfarbe der Kolben vergleicht.

3. Weiss + Orange.

3a. ♀ Weiss + ♂ Orange.

R. alba und *rubra*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46 und 48): Die Färbung ist bei allen Körnern deutlich verändert und bewegt sich zwischen Hell-citrongelb und Gelborange; Weiss und Orange fehlen; bei den ganzen Kolben ist die Intensität merklich grösser, als bei ♀ Weiss + ♂ Gelborange. Als Ausnahme kommen weiss und gelb gefleckte Körner vor; häufig wird die Färbung von unten nach oben allmählich heller, dann geht auch die mehligte Partie des Endosperms in der Kuppe weiter nach aussen.

3b. ♀ Orange + ♂ Weiss.

R. nana, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47) und *coeruleodulcis* (66): Die Färbung ist bei einem Theil der Körner deutlich verändert, sie ist heller geworden. Die Gesamtfarbe der Kolben ist deshalb merklich heller als bei der *R. nana*, die einzelnen Körner sind gleichmässig gefärbt.

Das Ergebniss ist also bei 3 das gleiche, wie bei 2, auch hier ist vor allem ♀ Weiss + ♂ Orange von ♀ Orange + ♂ Weiss merklich verschieden, wieder so, dass das Product durchschnittlich der Mutter ähnlicher ist.

4. Hellgelb + Gelborange.

4a. ♀ Hellgelb + ♂ Gelborange.

R. gilva, bestäubt mit den *R. Philippi* (Vers. 26) und *vulgata* (15): Die Färbung ist bei fast allen Körnern deutlich verändert, sie schwankt zwischen Gelb und fast Gelborange; die einzelnen Körner sind gleichmässig gefärbt.

4b. ♀ Gelborange + ♂ Hellgelb.

R. vulgata, bestäubt mit der *R. gilva* (Vers. 16): Die Färbung ist eben merklich verändert, sie ist, wenn man die ganzen Kolben betrachtet, etwas heller, die einzelnen Körner sind homogen gefärbt.

Auch hier ist also das Product der Verbindung ♀ Hellgelb + ♂ Gelborange nicht gleich dem der Verbindung ♀ Gelborange + ♂ Hellgelb; bei jeder ist es durchschnittlich der Mutter ähnlicher.

5. Hellgelb + Orange.

Fehlt.

6. Gelborange + Orange.

6a. ♀ Gelborange + ♂ Orange.

R. acuminata, *Philippi* und *vulgata*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 39, 44, 2): Die Färbung ist nicht merklich verändert.

6b. ♀ Orange + ♂ Gelborange.

R. nana, bestäubt mit den *R. acuminata* (Vers. 40), *Philippi* (43) und *vulgata* (1): Die Färbung ist nicht merklich verändert.

Allgemein lässt sich also sagen: Die hellere Endospermfarbe wird bei Bestäubung mit dem Pollen einer Rasse mit dunkler gefärbtem Endosperm (stets) in viel stärkerer Weise modificirt, als umgekehrt die dunklere bei der Bestäubung mit dem Pollen einer Rasse mit hellerer Färbung.

V. Die Farbe der Kleberschicht.**1. Nichtblau + Blau.**

1a. ♀ Nichtblau + ♂ Blau.

a. ♀ Weiss + ♂ Blau.

R. alba, bestäubt mit den *R. coeruleodulcis* (Vers. 53) und *cyanea* (7): Die Färbung ist bei einem grossen Theil der Körner (etwa der Hälfte oder mehr) verändert, mehr oder weniger blau, homogen und gefleckt, beides in allen möglichen Abstufungen vom blassesten Hauch bis zu intensivem Blau, vom punktförmigen Fleck bis zu homogener Blaufärbung; diese letzten sind jedoch selten. Rothviolett und Blau sind oft getrennt.

R. dulcis, bestäubt mit *R. coeruleodulcis* (Vers. 9) und *cyanea* (52): Hier war die Färbung bei allen Körnern verändert, im Uebrigen ungefähr wie oben.

R. leucoceras, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 70): Ungefähr ebenso wie oben.

R. rubra, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 18): Ungefähr ebenso.

R. alba und *leucoceras*, bestäubt mit der *R. cyanornis* (Vers. 72 und 45): Ebenso, doch ist die Färbung durchschnittlich heller, entsprechend dem helleren Blau der *R. cyanornis*.

β. ♀ Hellgelb + ♂ Blau.

R. gilva, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 61): Die Färbung war bei fast jedem Korn (bei $\frac{72}{73}$) mehr oder weniger verändert, im Uebrigen wie bei *a*.

γ. ♀ Gelborange + ♂ Blau.

R. acuminata, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 67): Ungefähr wie β.

R. Philippi, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 30): Ebenso.

R. vulgata, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 60) und *cyanea* (28): Ebenso. Fast jedes Korn war modificirt.

δ. ♀ Orange + ♂ Blau.

R. nana, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 66): Ebenso.

Die Färbung ist also gewöhnlich bei (der Hälfte oder) der Mehrzahl der Körner verändert, aber in sehr verschiedenem Grade, bei den Körnern desselben Kolbens. Fleckung ist, mit allen Abstufungen, sehr gewöhnlich.

Es ist annähernd gleich, ob *R. cyanea* oder *R. coeruleodulcis* den Pollen liefert, dagegen sicher nicht gleich, welche Rasse den Fruchtknoten bietet. So bleibt, wenn *R. alba* als ♀ dient, eine grössere Zahl von Körnern unverändert, und wenn *R. dulcis* hiezu dient, ist die Färbung allgemeiner und die Flecken sind grösser und verwaschen.

1 b. ♀ Blau + ♂ Nichtblau.

a. ♀ Blau + ♂ Weiss.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 54), *dulcis* (Vers. 10) und *leucoceras* (71): Während bei dem ersten und zweiten Versuch das Blau ganz unverändert bleibt, ist bei dem dritten die Färbung meist heller, bald eben merklich, bald sehr auffällig, bis fast weiss, bei den Körnern desselben Kolbens und je nach dem Individuum der *R. coeruleodulcis*.

R. cyanea, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 8), *dulcis* (51) und *rubra* (17): Die Färbung ist bei einer relativ geringen Zahl von Körnern abgeändert, heller, selbst weiss; die Individualität spielt dabei eine deutliche Rolle, bei manchen Kolben ist auch nicht ein Korn merklich heller.

β. ♀ Blau + ♂ Hellgelb.

R. cyanea, bestäubt mit der *R. gilva* (Vers. 29): Die Färbung bleibt (zufällig?) unverändert.

γ. ♀ Blau + ♂ Gelborange.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59): Die Färbung bleibt unverändert.

R. cyanea, bestäubt mit den *R. Philippi* (Vers. 31) und *vulgata* (27): Die Färbung wird bei einem recht kleinen Theil der Körner verändert, heller, bis zu reinem Gelborange. Die Individualität spielt dabei eine deutliche Rolle; bei einzelnen Kolben wird nicht ein Korn heller.

δ. ♀ Blau + ♂ Orange. Fehlt.

Die Färbung kann also bei einem, stets relativ recht kleinen Theil der Körner abgeändert, heller werden; Fleckung ist dabei sehr selten.

Es ist nicht gleich, welche Rasse den Pollen liefert, wie sich bei Verwendung der *R. leucoceras* an Stelle der *R. alba* in ganz auffallender Weise zeigte, ebensowenig ist es gleichgiltig, welche Rasse den Fruchtknoten liefert, *R. cyanea* ist leichter zu verändern als *R. coeruleodulcis*. Einen ganz hervorragenden Einfluss können endlich individuelle Verschiedenheiten haben, sowohl bei der *R. coeruleodulcis* (Vers. 71) als bei der *R. cyanea*.

Das Product der Verbindung ♀ Nichtblau + ♂ Blau ist von dem der Verbindung ♀ Blau + ♂ Nichtblau verschieden, entweder fast in jedem einzelnen Fall (z. B. ♀ *R. alba* # ♂ *R. coeruleodulcis* von ♀ *R. coeruleodulcis* # ♂ *R. alba*), oder doch, wenn man die ganzen Kolben vergleicht, also im Durchschnitt (z. B. ♀ *R. alba* # ♂ *R. cyanea* von ♀ *R. cyanea* # ♂ *R. alba*). Das gilt nicht bloss von der Intensität der Färbung, sondern auch von der Form, in der sich der Einfluss des fremden Pollens zeigt: ♀ Nichtblau + ♂ Blau ist gewöhnlich gefleckt, ♀ Blau + ♂ Nichtblau bleibt gewöhnlich homogen gefärbt, auch wenn es auffällig heller geworden ist.

VI. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials.

1a. ♀ Stärke + ♂ Dextrin.

R. acuminata, *nana*, *leucoceras*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 67, 66 und 70): Keine Veränderung, die sich microscopisch und microchemisch (mit Jod) nachweisen liesse.

R. alba, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 53) und *dulcis* (32): Ebenso.

R. cyanea, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 35) und *dulcis* (51): Ebenso.

R. gilva, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 61) und *dulcis* (57): Ebenso.

R. rubra, bestäubt mit der *R. dulcis* (Vers. 50): Ebenso.

R. vulgata, bestäubt mit den *R. coeruleodulcis* (Vers. 60) und *dulcis* (56):
Ebenso.

Die chemische Beschaffenheit des Reservemateriales bleibt also unverändert¹⁾.

1b. ♀ Dextrin + ♂ Stärke.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 54), *cyanea* (34), *leucoceras* (71), *rubra* (58) und *vulgata* (59): Es wird in allen Körnern nur Stärke gespeichert; die Umwandlung in Dextrin etc. unterbleibt vollständig, soweit das die microscopische Untersuchung und die Jodreaction zeigen können.

R. dulcis, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 33), *cyanea* (52), *rubra* (49) und *vulgata* (55): Ebenso.

Die chemische Beschaffenheit des Reservemateriales wird also stets verändert, es wird genau so viel Stärke gespeichert, wie bei der den Pollen liefernden Rasse. Nur ausnahmsweise bleibt bei einem Korn ein geringer Theil des Endosperms unbeeinflusst.

Das Product der Verbindung ♀ Stärke + ♂ Dextrin entspricht genau dem der Verbindung ♀ Dextrin + ♂ Stärke: es wird stets nur Stärke aufgespeichert. Die Rassen haben dabei keinen merklichen Einfluss, so wenig wie das Individuum; nur der einzelne Fruchtknoten kann sich ausnahmsweise etwas von seinem Nachbar unterscheiden.

VII. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms.

A.

1. *Typ. dentiformis* + *Typ. vulgaris*.

1a. ♀ *Typ. dentiformis* + ♂ *Typ. vulgaris*.

R. leucodon, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 62): Das Verhältniss zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms bleibt unverändert (oder ist etwas zu Gunsten des hornigen Theiles verschoben?)²⁾.

¹⁾ WEBBER will das Gegentheil beobachtet haben (1900, p. 31). Doch beruht das ganz sicher auf einem Irrthum. GILMAN FLINT (*R. vulgata*), in dessen Nähe STOWELL'S Evergreen (*R. dulcis*) stand, brachte einige Aehren, die außer Körnern vom *vulgata*-Typus einige gelbe Zuckermaiskörner trugen. Trotz der gegentheiligen Versicherung waren nicht alle Exemplare von Gilman Flint rein, sondern ein kleiner Theil mit einem Zuckermais bastardirt; dass die Kolben des Bastardes statt 25% nur wenige Procente Zuckermaiskörner trugen (das abgebildete Kolbenstück etwa 6%), kam daher, dass die Nachbarpflanzen rein waren und in den Kolben des Bastardes „Xenien“ bildeten.

²⁾ WEBBER (900, p. 27) hat in diesem Fall ein sehr hartes, horniges Endosperm erhalten, wie bei der ♂-Rasse; die Rassenreinheit der ♀-Pflanze war aber nicht geprüft worden.

1 b. ♀ *Typ. vulgaris* + ♂ *Typ. dentiformis*.

R. alba und *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. leucodon* (Vers. 36 und 63): Keine Veränderung nachgewiesen.

2. *Typ. dentiformis* + *Typ. indurata*.

2 a. ♀ *Typ. dentiformis* + ♂ *Typ. indurata*.

R. leucodon, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 42): Das Verhältniss zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms bleibt im Wesentlichen unverändert (oder ist etwas zu Gunsten des hornigen Theiles verschoben).

2 b. ♀ *Typ. indurata* + ♂ *Typ. dentiformis*. Fehlt.

Durch die Bestäubung einer Pferdezahnrasse durch den Pollen einer Rasse mit stärker hornigem (*vulgaris*-Typ.) oder fast ganz hornigem (*indurata*-Typ.) Endosperm wird also die Beschaffenheit des Endosperms nicht wesentlich geändert, so wenig, wie umgekehrt die Beschaffenheit des Endosperms einer Rasse mit stärker hornigem (*vulgaris*-Typ.) durch die Bestäubung mit dem Pollen einer Rasse vom Pferdezahntypus. Bei einer fast ganz hornigen Rasse (*indurata*-Typ.) werden jedoch jedenfalls durch diese Bestäubung Körner mit etwas mehr „Mehl“ zu erhalten sein (vergl. 3 b).

3. *Typ. vulgaris* + *Typ. indurata*.

3 a. ♀ *Typ. vulgaris* + ♂ *Typ. indurata*.

R. alba und *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 41 und 69): Das Verhältniss zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms bleibt im Wesentlichen unverändert.

R. alba, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46): Ebenso. — Das Ergebniss der Versuche 39 (*acuminata*), 44 (*Philippi*), 48 (*rubra*) und 2 (*vulgata*) für diesen Punkt wurde nicht ermittelt.

3 b. ♀ *Typ. indurata* + ♂ *Typ. vulgaris*.

R. leucoceras, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 68): Das Verhältniss des mehligem Theiles des Endosperms zum hornigen ist merklich verändert, und zwar zu Gunsten des mehligem.

R. nana, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47): Ebenso. Das Ergebniss der Versuche 40 (*acuminata*) und 1 (*vulgata*) für diesen Punkt wurde nicht ermittelt.

Durch Bestäuben einer Rasse mit stark hornigem Endosperm (*indurata*-Typ.) durch eine Rasse mit mehligem (*vulgaris*-Typ.) kann man also eine sehr deutliche Verschiebung des Verhältnisses zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms, zu Gunsten des ersten erzielen (z. B. 4 b), aber nicht umgekehrt durch Bestäubung einer Rasse mit stark mehligem Endosperm durch eine Rasse mit stark hornigem eine deutliche Verschiebung zu Gunsten des letzteren (z. B. 4 a). — Das Product der Verbindung ♀ *A* + ♂ *B* kann dem der Verbindung ♀ *B* + ♂ *A* ganz entsprechen (3 a und b) oder sehr verschieden ausfallen (1 a und b, 2 a und b).

B.

4. *Typ. dentiformis* + *Typ. saccharata*.

Fehlt (vergl. aber p. 185).

5. *Typ. vulgaris* + *Typ. saccharata*.

5 a. ♀ *Typ. vulgaris* + ♂ *Typ. saccharata*.

R. acuminata, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 67): Keine merkliche Veränderung.

R. alba, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 53) und *dulcis* (32): Ebenso.

R. cyanea, bestäubt mit den *R. coeruleodulcis* (Vers. 35) und *dulcis* (51): Ebenso.

R. gilva, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 61) und *dulcis* (57): Ebenso.

R. rubra, bestäubt mit der *R. dulcis* (Vers. 50): Ebenso.

R. vulgata, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 60) und *dulcis* (56): Ebenso

5 b. ♀ *Typ. saccharata* + ♂ *Typ. vulgaris*.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 54), *cyanea* (34), *rubra* (58) und *vulgata* (59): Das Verhältniss zwischen dem mehligem und hornigen Theil des Endosperms ist sehr verändert, es ist das des *vulgaris*-Typus, mit deutlicher, oft sehr starker Annäherung an den *dentiformis*-Typus.

R. dulcis, bestäubt mit den *R. alba* (Vers. 33), *cyanea* (52), *rubra* (49) und *vulgata* (55): Ebenso, nur sind stärkere Abweichungen gegen den *dentiformis*-Typus hin seltener.

6. *Typ. indurata* + *Typ. saccharata*.

6 a. ♀ *Typ. indurata* + ♂ *Typ. saccharata*.

R. leucoceras, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 70): Das Verhältniss zwischen dem mehligem und dem hornigen Theil des Endosperms bleibt unverändert¹⁾.

¹⁾ Dasselbe Ergebnis beobachtete MC CLUER (892, p. 84), der Queens golden Pop Corn mit dem Pollen von Black Mexican Sweet bestäubte.

6b. ♀ *Typ. saccharata* + ♂ *Typ. indurata*.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 71): Das Verhältniss ist sehr verändert, es ist das des *vulgaris*-Typus mit deutlicher, oft starker Annäherung an den *dentiformis*-Typus.

Mit dem Pollen einer Rasse vom *saccharata*-Typus bestäubt, zeigen die Rassen vom *vulgaris*- und *indurata*-Typus keine merkliche Veränderung des Verhältnisses zwischen mehligem und hornigem Theil des Endosperms, während umgekehrt die Rassen vom *saccharata*-Typus, mit dem Pollen einer Rasse vom *vulgaris*- oder *indurata*-Typus bestäubt, ein Endosperm vom *vulgaris*-Typus ausbilden, oft mit Anklang an den *dentiformis*-Typus.

Das Product der Verbindung ♀ *A* + ♂ *B* ist dem der Verbindung ♀ *B* + ♂ *A* entweder völlig gleich (5) oder sehr ähnlich (6).

Die Rassenzugehörigkeit und die Individualität haben zuweilen einen deutlichen Einfluss. So ist es nicht ganz gleich, ob die *R. dulcis* oder die *R. coeruleodulcis* mit einer Rasse vom *vulgaris*-Typus bestäubt wird, und unter vielen, gleichmässig veränderten Körnern findet man bei 5a und 6a einzelne Körner, die noch zum Theil den *saccharata*-Typus zeigen.

Vergleicht man 2b mit 5b und 3b mit 6b, so sieht man, dass der *saccharata*-Typus und der *indurata*-Typus, trotz aller äusseren Aehnlichkeit, grundverschieden sind (vergl. p. 125 und 129).

Aus der Litteratur sind noch die Ergebnisse folgender Combinationen mehr oder weniger sicher bekannt:

A.

♀ *Typ. dentiformis* + ♂ *Typ. amylocea*.

Hier tritt bald gar keine Veränderung ein (Burr's white dent + Brazilian flour, Mc CLUER, 892, p. 84, Burr's white dent + Cuzko, Champion white Pearl + Cuzko, WEBBER, 900, p. 22), bald eine Zunahme des mehligem Theiles (Hickory King + Cuzko, WEBBER, 900, p. 20), bald eine Veränderung oder keine (Leaming Yellow + Cuzko, WEBBER, Exp. 18a—c unverändert, Exp. 41a sehr deutlich verändert).

Typ. dentiformis + *Typ. indurata*.

a. ♀ *Typ. dentiformis* + ♂ *Typ. indurata*.

Nach Mc CLUER (892, p. 85) gab ein weisser Pferdezahnmals, mit Queen's golden Pop Corn bestäubt, (unter anderem) Körner von weniger deutlicher Pferdezahnmalsform, doch ist es ihm fraglich geblieben, ob darin ein Einfluss des fremden Pollens zu sehen sei.

b. ♀ *Typ. indurata* + ♂ *Typ. dentiformis*.

Mc CLUER (892, p. 85) fand keine Veränderung.

B.

Typ. dentiformis + *Typ. saccharata*.

a. ♀ *Typ. dentiformis* + ♂ *Typ. saccharata*.

R. leucodon, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Black Mexican Sweet): Etwas mehr als die Hälfte der Körner waren runzlig (und hatten den Geschmack vom Zucker-

(mais), etwas weniger als die Hälfte der Körner waren etwas weniger „dented“ (d. h. zeigten etwas weniger deutliche „Kunden“ und besaßen den Geschmack des Pferdezahnmaises); von beiderlei Körnern waren gleich viel blau geworden (MC CLUER, 892, p. 84).

Mir unterliegt es keinem Zweifel, dass ein Bastard *leucodon* + *dulcis* zu dem Versuch verwendet wurde; damit stimmt, dass WEBBER (900, p. 22) in 3 Versuchen (Hickory King, Leaming Yellow, Champion white Pearl, bestäubt mit Stowell's Evergreen) gar keine Veränderung beobachten konnte.

b. ♀ *Typ. saccharata* + ♂ *Typ. dentiformis*.

Nach MC CLUER (der einen weissen Zuckermais mit einem gelben Pferdezahnmais bestäubte) bekommen die Körner den *vulgaris*-Typus („very much like flint corn in appearance, neither dented nor wrinkled“), nach WEBBER (der Stowell's Evergreen mit Leaming Yellow bestäubte, also annähernd den gleichen Versuch ausführte) dagegen eher den *dentiformis*-Typus („smooth with a starchy endosperm similar to that of the male parent“). Vielleicht waren die Körner nicht ganz reif geworden? Von vorn herein erscheint die erste Angabe weniger wahrscheinlich, dürfte aber gerade zutreffen.

♀ *Typ. amyloacea* + ♂ *Typ. saccharata*.

Nach MC CLUER (892, p. 84), der Brazilian flour mit dem Pollen von Gold Coin Sweet bestäubte, wird das Verhältnis zu Gunsten des hornigen Theiles verschoben (the kernels were flinty in outward appearance), nach TRACY (888), der Cuz ko mit Black Mexican bestäubte, wird ein Theil der Körner runzlig, ein Theil bleibt glatt. Hier war wohl die R. Cuz ko nicht rein, sondern ein Bestand mit einem weissen Zuckermais gewesen.

VIII. Die Formen der Kleberzellen.

1a. ♀ Kurz + ♂ Lang.

R. nana, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 66): Die Form und Grösse der Kleberzellen bleibt unverändert.

R. vulgata, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 60): Ebenso.

R. nana, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47): Die Form (und Grösse) der Kleberzellen bleibt unverändert.

1b. ♀ Lang + ♂ Kurz.

R. alba, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46): Die Form (und Grösse) der Kleberzellen bleibt unverändert.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59): Ebenso.

Es zeigt sich also kein „directer Einfluss“ der Bestäubung auf die Form der Kleberzellen, obschon diese dem Bastardendosperm angehören.

IX. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm.

A.

a. ♀ Grosser Embryo + ♂ kleiner Embryo.

R. alba, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46): Aus den sonst widersprechenden Ergebnissen geht doch soviel hervor, dass das Verhältniss in Folge der Bastardbestäubung ein zwischen den Eltern vermittelndes wird. (Vergl. Tabelle 9.) Zur Deutung vergl. p. 133.

b. ♀ Kleiner Embryo + ♂ grosser Embryo.

R. nana, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47): Wie oben.

B.

a. ♀ Relativ schwerer Embryo + ♂ relativ leichter Embryo.

R. coeruleodulcis, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59): Der Embryo ist relativ sehr viel leichter, das Verhältniss entspricht jetzt annähernd dem bei der *R. vulgata*.

R. dulcis, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 55): Ebenso.

b. ♀ Relativ leichter Embryo + ♂ relativ schwerer Embryo.

R. vulgata, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 60): Der Embryo ist annähernd gleich schwer, das Verhältniss unverändert geblieben.

R. vulgata, bestäubt mit der *R. dulcis* (Vers. 56): Ebenso.

Bei der Verbindung der Typen ♀ *saccharata* + ♂ *vulgaris* bleibt das absolute Gewicht des Embryo das gleiche, das relative sinkt auf das des *vulgaris*-Typus, weil das absolute des Endosperms bis zu diesem Typus steigt; bei der Verbindung der Typen ♀ *vulgaris* + ♂ *saccharata* bleibt das absolute und relative Gewicht des Embryo unverändert, weil dasjenige des Endosperms unverändert bleibt. Die Veränderung im ersten Fall hängt mit der Veränderung in der chemischen Beschaffenheit des Reservemateriales zusammen, in Rücksicht auf das Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm kann man eigentlich von „Xenien“ nicht sprechen.

Ich stelle die Zahlen zusammen:

Tabelle 14.

Trockengewicht des Embryo, wenn das von Embryo und Endosperm gleich 100 gesetzt wird.

Rasse A	♀ A † ♂ B	♀ B † ♂ A	Rasse B
<i>coeruleodulcis</i> . 16,6; 15,2; 16,0.	„Xenie“. 9,6; 9,6.	„Xenie“. 10,5; 10,7.	<i>vulgata</i> . 9,8; 10,9; 11,4; 12,2.
<i>dulcis</i> . 21,1; 17,9.	„Xenie“. 10,3.	„Xenie“. 13,1.	<i>vulgata</i> . 9,8; 10,9; 11,4; 12,2.

Endlich sei noch die **Schnelligkeit des Keimens** erwähnt. Aus den wenigen Beobachtungen (Vers. 46 und 47) geht hervor, dass hierin durch die Bestäubung mit dem Pollen einer Rasse, die sich anders verhält, nichts geändert wird.

Ich sehe einstweilen darin noch keinen echten Fall vom Auftreten eines rein mütterlichen Charakters beim Bastard. Man wird ja anzunehmen geneigt sein, dass die Schnelligkeit des Keimens vom Embryo abhängt, und erwarten, dass der Bastardembryo entweder intermediär sei, oder dass bei ihm das Verhalten der einen Rasse dominirt. Wenn das nicht der Fall ist, wenn er sich stets verhält wie ein reiner Embryo der als ♀ dienenden Rasse, so kann das auch darauf beruhen, dass die Schnelligkeit bestimmt oder regulirt wird durch etwas, das ausserhalb des Embryo liegt. Was das ist, müsste freilich erst festgestellt werden.

VIII. Abschnitt.

Die Ergebnisse im Jahre der Bestäubung. Die Xenien.

I. Die Thatsachen. — II. Die Erklärung als Endosperm-Bastardirung. Schwierigkeiten: Merkmale des Endosperms, die stets unverändert bleiben; Einfluss des Geschlechtes. — Ist die Vereinigung der Polkerne mit dem zweiten generativen Kern aus dem Pollenschlauch eine wahre Befruchtung? Teleologische Deutung der Endosperm-Bastardirung. — Die „Mischung“ der Merkmale und WEBBER's Deutung. — III. Die übrigen Xenien. 1. Fälle, wo der Bastardembryo die Veränderung bedingt. 2. Fälle, wo das Bastardendosperm die Veränderung bedingt. 3. Fälle, wo die Veränderung sich jenseits von Embryo und Endosperm gezeigt haben soll.

I.

1) Bei jeder der untersuchten (dreizehn) Maisrassen lässt sich wenigstens eine Eigenschaft des Kornes durch die Bestäubung mit dem Pollen einer passend gewählten zweiten Rasse direkt abändern; doch fällt diese Abänderung oft wenig in die Augen oder trifft nur einen Theil der Körner.

2) Der Pollen jeder der untersuchten Rassen ist im Stande, mindestens einen Theil der Körner einer passend gewählten anderen Rasse wenigstens in einer Eigenschaft direkt abzuändern. Nur der weisse Zuckermais blieb fast stets wirkungslos.

Aus 1 und 2 folgt, dass nicht jede Rasse durch die Bestäubung mit dem Pollen jeder anderen Rasse beeinflusst werden kann.

3) Es treten bei den bestäubten Pflanzen nur solche neue Eigenschaften auf, die jene Rasse, die den Pollen geliefert hat, besitzt, keine ganz neuen.

4) Der abändernde Einfluss des fremden Pollens geht nie über das Korn hinaus und äussert sich bei diesem (abgesehen vom Embryo) nur am Endosperm. Alles, was ausserhalb desselben liegt, bleibt unverändert, so die Fruchtschale, was am leichtesten an ihrer Farbe konstatiert werden kann, aber auch für ihren Luftgehalt, ihre Dicke etc. gilt.

5) a. Der direkte Einfluss fremden Pollens ist am auffälligsten bei der Farbe der Kleberschicht (Kategorie IV) und der des übrigen Endosperms (Kateg. V), ferner bei der chemischen Beschaffenheit des Reservematerialies in ihm (Kateg. VI), ist aber auch nachweisbar im Gewichtsverhältniss des Embryo und Endosperms (Kateg. IX) und, bis zu einem gewissen Grade, bei der physikalischen Beschaffenheit des Endosperms (beim Verhältniss des mehligem zum hornigen Theil) (Kateg. VII).

b. Dagegen bleibt die Grösse (Kateg. II) und die Gestalt¹⁾ (Kateg. I) des Endosperms (mit denen des ganzen Kornes und des Embryo) unverändert, und ebenso die Form der Kleberzellen (Kateg. VIII).

c. Unbekannt blieb z. B. das Verhalten des Oelgehaltes im Endosperm.

¹⁾ Scheinbare Ausnahmen sind Folgen der Zufuhr frischen „Blutes“ oder durch eine Aenderung in der chemischen Beschaffenheit des Reservematerialies im Endosperm bedingt (vergl. p. 108 und p. 111).

6. Bewirkt der fremde Pollen überhaupt eine Veränderung, so beträgt die Zahl der modificirten Körner wenige Procente bis 100 Procent (alle) der durch die Bastardbestäubung entstandenen Körner. Sie hängt in erster Linie von der Merkmalkategorie ab, dann vom Geschlecht (Satz 8) und von der Rassenzugehörigkeit, am wenigsten von individuellem Verhalten, so dass im Allgemeinen bei jedem Versuch jedes Individuum dieselbe Zahl giebt.

7) a. Wenn der Pollen einer Rasse bei einer zweiten eine Abänderung hervorruft, so ist sie bei jeder Kategorie und in allen Fällen qualitativ gleich, kann aber quantitativ sehr verschieden ausfallen und von 0 bis zum Maximum gehen. Dies letzte gilt vor allem für die Farbe der Kleberschicht, schon nicht mehr ganz für die des übrigen Endosperms.

b. Diese quantitative Verschiedenheit in der Abänderung kommt zu Stande:

1. Durch Abstufung im Grade (in der Intensität), bei homogener Färbung,

2. durch Auftreten im Intensitätsmaximum, aber auf grösseren oder kleineren Flecken (bis herab zu einzelnen Zellen), die neben unveränderten Theilen liegen („Scheckung“),

3. durch Combination von a und b.

Im Fall 1 kann man von Mischung der Merkmale, im Fall 2 von Mengung der Merkmale sprechen; „mischen“ bezeichnet bekanntlich eine innigere Durchdringung und Verbindung. Bei der Farbe des Endosperms tritt fast ausnahmslos Mischung ein, bei der Farbe der Kleberschicht Mischung, Mengung oder beides zusammen. Rasse und Individuum haben darauf Einfluss (vergl. z. B. Versuch 71 und 54).

c. Die Stärke der Abänderung kann variiren:

1. von Korn zu Korn am selben Kolben,

2. von Individuum zu Individuum bei derselben Rasse,

3. von Rasse zu Rasse¹⁾.

1 ist am auffälligsten, und bei der Färbung der Kleberschicht besonders deutlich, 2 bei der *R. cyanea* und 3 in den Kategorien V (Farbe des Endosperms) und IV (Farbe der Kleberschicht) bei der Anlage für Weiss (hier ist *R. dulcis* < *R. alba* < *R. leucoceras*), aber auch bei der für Blau (*R. cyanea* < *R. coeruleodulcis*).

8) Wenn wir zwischen zwei Rassen I und II beide möglichen Bestäubungen ($\text{♀ I} + \text{♂ II}$ und $\text{♀ II} + \text{♂ I}$) ausführen, so ist das Resultat entweder bei beiden gleich oder verschieden.

¹⁾ Neue Versuche und ein genaues Studium der alten haben mir gezeigt, dass Satz 12 meiner vorläufigen Mittheilung nicht ganz zutrifft. Er lautete: Eine bestimmte Eigenschaft, die überhaupt als Xenie auftreten kann (z. B. die blaue Färbung der Kleberschicht), wirkt bei jeder Rasse, die sie besitzt, durch die Bestäubung auf jede andere Rasse, die diese Eigenschaft nicht besitzt, in gleicher Weise ein, wie verschieden diese bestäubten und bestäubenden Rassen sonst sein mögen.

a. Ist das Ergebniss das gleiche, so kann es entweder mehr oder weniger genau intermediär sein — wie beim Gewichtsverhältniss des Embryo und Endosperms —, oder es zeigt sich nur das eine Merkmal (und dann in voller Stärke), es „dominirt“, das andere zeigt sich nicht, ist „recessiv“ — wie bei der chemischen Beschaffenheit des Endosperms, wo nur Stärke gebildet wird, mag die ♀ oder die ♂ „Keimzelle“ die Anlage für Dextrin etc.- Bildung besessen haben¹).

b. Ist das Ergebniss ein verschiedenes, so kann es trotzdem noch bei beiden Verbindungen (♀ I + ♂ II und ♀ II + ♂ I) intermediär sein. Bei der einen muss es dann aber mehr der einen, bei der andern mehr der andern Rasse ähnlich sehen. Dabei hat sich herausgestellt, dass es (im Durchschnitt) stets ähnlicher der Rasse ausfällt, welche den Fruchtknoten geliefert hat, ferner, dass es bei der einen Verbindung der einen Rasse (I) näher steht, als bei der andern der andern Rasse (II). Dies ist schon deutlich bei der Farbe des Endosperms (Kateg. V), tritt aber vor allem bei der der Kleberschicht (Kateg. IV) hervor²). Es lässt sich etwa so darstellen:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{♀} & & & & \text{♂} & & \text{♀} \\ \text{I} \dots (\text{♀ I} + \text{♂ II}) \dots \dots \dots \text{II} & \text{und} & \text{II} \dots \dots \dots (\text{♀ II} + \text{♂ I}) \dots \dots \dots \text{I}, \end{array}$$

und kann so weit gehen, dass ♀ I + ♂ II = I wird. Hierauf haben Individualität und Rassenzugehörigkeit Einfluss, *R. vulgata* # *dulcis* ist kaum von *R. vulgata* zu unterscheiden, *R. vulgata* # *alba* eben merklich, *R. vulgata* # *leucoceras* auffällig.

Ein anderes Extrem dieser verschiedenen Ausbildung ist, dass (♀ I + ♂ II) nicht von I, (♀ II + ♂ I) nicht von II zu unterschieden ist: der fremde Pollen bleibt (scheinbar) wirkungslos auf die Eigenschaften der bestäubten Rasse. Dies ist bei einer Kategorie, der Form der Kleberzellen, wirklich der Fall (wohl auch in manchen Fällen bei Kategorie VII, dem physikalischen Verhalten des Endosperms).

9) Der abändernde Einfluss kann bei jedem Fruchtknoten nur von einem Pollenkorn ausgeübt worden sein (Vers. 73—77). Wir werden bald sehen (Abschnitt XI), dass es dasjenige Pollenkorn sein muss, dessen einer Spermakern die Eizelle befruchtete.

¹) Danach muss in Satz 13 meiner vorläufigen Mittheilung doch nie gestrichen und durch nur ausnahmsweise ersetzt werden. Er lautet dann: Wird das Endosperm einer Rasse (A) nach der Bestäubung mit dem Pollen einer zweiten Rasse (B) verändert, so geht der Einfluss nur ausnahmsweise so weit, dass es dem Endosperm der zweiten Rasse (B) in dem Punkte völlig gleich würde.

²) Satz 10 meiner vorläufigen Mittheilung, der dahin lautet: Wenn zwei Rassen nur in einem Punkt verschieden sind, in dem sich Xenien zeigen können, so ist die Beeinflussung stets einseitig, nicht gegenseitig, muss also geändert werden, dass er lautet: . . . , so ist die Beeinflussung entweder einseitig oder gegenseitig, aber so, dass das Product der Verbindung A ♀ + B ♂ dem A näher steht als das der Verbindung B ♀ + A ♂ dem B.

10. Alle selbständigen Merkmalskategorien, die sich bei der Xenienbildung betheiligen, sind untereinander unabhängig. Conjugirte Merkmale kamen nicht vor.

II.

Mit der Entdeckung der „doppelten Befruchtung“ durch NAWASCHIN und GUIGNARD war auch die Erklärung der beim Mais thatsächlich nachweisbaren Xenien gegeben: neben dem Bastardembryo entsteht eben noch ein Bastardendosperm. — Die Erklärung durch eine enzymatische Einwirkung des Bastardembryo auf das Endosperm, an die ich früher gedacht hatte, musste dahin fallen. Sie war ja durch das Verhalten der Merkmale von Kategorie VI gewiss recht nahe gelegt, wurde aber durch meine Experimente (für Kateg. IV und V) nicht gestützt, ich gehe deshalb auf sie (899, p. 414) nicht ein.

Dem Versuch, die Vereinigung der drei Kerne nachzuweisen, hatte ich 1899 viel Zeit geopfert, ich habe ihn nicht wieder aufgenommen. Gewiss hat ihr Nachweiss einigen Werth, bei der Kleinheit der Kerne wird aber für die feinere Kenntniss des Vorganges wenig abfallen; WEBBER's Annahme, dass sich die ♀ und ♂ Kerne häufig parthenogenetisch entwickelten, wird schon durch die bekannten Thatsachen genügend widerlegt (p. 195).

War so der Schlüssel für die Erklärung gegeben, so blieb doch noch zweierlei übrig, was sich ihr zunächst nicht fügen wollte:

1) Warum blieben manche Eigenschaften des Endosperms stets unverändert bei der Bastardirung? (Satz 5b).

2) Warum fiel das Ergebniss fast immer verschieden aus, wenn die Stammrassen ihre Rollen als ♀ und ♂ tauschten? Und warum pflegte dann das Bastardendosperm stets mehr dem Endosperm der als ♀ dienenden Rasse zu gleichen, als dem der als ♂ dienenden? (Satz 8b).

1) Was die erste Frage betrifft, so ist es vielleicht nicht unnöthig, noch besonders auf das „stets“ hinzuweisen. Es ist eine bekannte Erscheinung, dass der Bastard in einem Merkmal der einen Eltersippe gleich sein kann, mag sie als ♀ oder als ♂ gedient haben ($\text{♀ } A + \text{♂ } a = A$, $\text{♀ } a + \text{♂ } A = A$), es ist ferner verbürgt (MILLARDET, 894), dass die einen Individuen des Bastardes von gleicher Abstammung (z. B. $\text{♀ } A + \text{♂ } a$) in einem Merkmal der Sippe A , die andern der Sippe a entsprechen können ($\text{♀ } A + \text{♂ } a = A$ oder a , $\text{♀ } a + \text{♂ } A = A$ oder a). Darum handelt es sich hier nicht, sondern darum, dass das Bastardendosperm stets gleich dem Endosperm jener Rasse sein kann, die als ♀ dient ($\text{♀ } A + \text{♂ } a = A$, $\text{♀ } a + \text{♂ } A = a$).

So verhalten sich drei Merkmalskategorien: die Grösse des Endosperms (Kateg. II), die Gestalt des Endosperms (Kateg. I) und die Form der Kleberzellen (Kateg. VIII), wohl auch noch eine vierte zum Theil, die physikalische Beschaffenheit des Endosperms (Kateg. VII).

Die beiden ersten Kategorien bieten nach dem, was früher über sie bemerkt wurde (p. 110 und 111) der Erklärung keine Schwierigkeiten. Es wurde ja gezeigt, dass sowohl die Grösse des Endosperms als dessen Form durch die Capacität und die Form des von der Fruchtschale gebildeten Hohlraumes bedingt wird; beide werden in Folge der Bastardbestäubung nicht wesentlich verändert, also bleibt auch die Grösse und Form des Endosperms unverändert. Dem Bastard-Embryo geht es ja auch nicht anders, er ist nach Form und Grösse (absolutem Gewicht) vom normalen Embryo der als ♀ dienenden Rasse nicht verschieden¹⁾, und keimt auch zur gleichen Zeit, wenn hierin Unterschiede zwischen den Stammeltern vorkommen.

Anders ist es mit der achten (und der siebenten) Kategorie. Genauer betrachtet bildet deren Verhalten jedoch nur das eine Extrem des Verhaltens, das uns als zweite Frage beschäftigen muss, wird also bei dieser besprochen werden.

2) Fasst man zunächst das Verhalten der Merkmale beim Wechsel der Eltern in allen den Kategorien ins Auge, in denen sich die Endosperme der Rassen unterscheiden, so lassen sich drei Typen erkennen, zwei extreme (I, III) und ein mittlerer (II).

I. Typus: ♀ $A + ♂ a = A$, ♀ $a + ♂ A = A$. Hieher gehört nur Kateg. VI (chemische Beschaffenheit des Endosperms).

II. Typus: ♀ $A + ♂ a$ und ♀ $a + ♂ A$ intermediär; aber ♀ $A + ♂ a$ sehr ähnlich A , ähnlicher als ♀ $a + ♂ A$, das sich seinerseits mehr a nähert. Hieher gehören Kategorie V (Farbe des Endosperms), IV (Farbe der Kleberschicht), zum Theil auch wohl VII (physikalische Beschaffenheit des Endosperms) und IX (Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm, *R. alba + nana*).

III. Typus: ♀ $A + ♂ a = A$, ♀ $a + ♂ A = a$. Hieher Kategorie VIII (Form der Kleberzellen) und zum Theil auch VII (physikalische Beschaffenheit des Endosperms).

Zur Erklärung nahm ich an (899, p. 416), dass die ♀ Erbmasse der ♂ stets dadurch überlegen sei, dass 2 Kerne aus dem Embryosack mit 1 aus dem Pollenschlauch verschmelzen.

Man darf gewiss annehmen, dass es von Einfluss auf die Entfaltung der Merkmale sein kann, ob die Anlage für das Merkmal A zweimal oder nur einmal mit der Anlage für das Merkmal a zusammenkommt, auch wenn der untere Polkern eine vom obern abweichende Beschaffenheit besitzt²⁾. Nehmen wir an, im ersten Fall werde die „Stärke“ der Anlagen (A und a) verdoppelt

¹⁾ Eine ganz geringe Grössenänderung kann durch die Verschiebung des Gewichtsverhältnisses von Embryo und Endosperm bedingt werden; sie kommt gegenüber den grossen Differenzen bei den Elternrassen nicht in Betracht.

²⁾ Eine ungleiche Zahl der ♂ und ♀ Ide, wurde schon von WEISMANN (892, p. 351) zur Erklärung des Uebergewichtes des einen Geschlechtes herangezogen.

— sie könnte geradesogut verdreifacht werden oder aufs Anderthalbfache steigen, das ist für das Folgende belanglos —, und die Anlage A könne sich neben der Anlage a nur dann entfalten, wenn ihre Stärke jener gegenüber eine gewisse Grenze überschritte, während sie jenseits einer zweiten Grenze ihrerseits die Anlage a an der Entfaltung verhindern könne, so lassen sich alle drei Typen erklären (900, c, Sp. 238).

I. Typus: Die Anlage für das Merkmal a ist sehr viel schwächer als die für das Merkmal A , selbst $a + a$ bleibt unter der untern Entfaltungsgrenze, A gegenüber. Zahlenbeispiel: $A : a = 10 : 2$, untere Entfaltungsgrenze (x) $A : x = 10 : 6$; $2 A : a = 20 : 2 = 10 : 1$; $A : 2 a = 10 : 4$.

II. Typus: Die Anlage für das Merkmal a ist schwächer als die für das Merkmal A , also erst recht schwächer als $A + A$; $a + a$ erreicht aber, immer oder in einzelnen Fällen, die untere Entfaltungsgrenze (ja zuweilen die obere). Zahlenbeispiel: $A : a = 10 : 7$, untere Entfaltungsgrenze (y) $A : y = 10 : 3$; $2 A : a = 20 : 7 = 10 : 3,5$; $A : 2 a = 10 : 14$.

III. Typus: Die Anlage für das Merkmal a ist so stark wie die für das Merkmal A . Zahlenbeispiel: $A : a = 10 : 10$, untere Entfaltungsgrenze (z) $A : z = 10 : 3$; $2 A : a = 20 : 10 = 10 : 5$; $A : 2 a = 10 : 20$.

Nun habe ich bei gewissen *Matthiola*-Sippen, von denen die eine („*incana*“) Cotyledonen mit einer blauen, die andere („*glabra*“) Cotyledonen mit einer nichtblauen (gelben) Epidermis besitzt, beobachtet, dass die Bastard-Embryonen auch verschieden ausfielen, je nachdem *incana* mit *glabra* oder *glabra* mit *incana* bestäubt worden war (900, d, p. 101); sie glichen in der Farbe durchschnittlich mehr der Mutter, waren also im ersten Fall mehr blau als im zweiten. Da die Embryonen alle zu ihrer Ausbildung nöthigen Stoffe von der Mutterpflanze erhalten, kann man zur Erklärung des verschiedenen Aussehens annehmen, die Bastardembryonen, die auf der gelbkeimigen *glabra* reifen, erhielten die zur Ausbildung des blauen Farbstoffes nöthigen Stoffe nicht in derselben Menge geliefert, als die auf der blaukeimigen *incana* reifenden. Im einen Fall kann die Anlage nicht so gut zum Merkmal werden, wie im andern. Man könnte nun auf die gleiche Weise erklären, weshalb beim Maisendosperm die beiden Verbindungen ♀ $A + ♂ a$ und ♀ $a + ♂ A$ sich so verschieden verhalten. Dabei würde man für den I. Typus annehmen, dass die Ernährung gar keinen Einfluss hat, gegenüber dem gegenseitigen Stärkeverhältniss der Anlagen, für den II. Typus, dass beide, die Ernährung und das Stärkeverhältniss der Anlagen, von Einfluss seien, und für den III. Typus, dass das Stärkeverhältniss der Anlagen der Ernährung gegenüber ganz ohne Einfluss sei. Dieses letztere erscheint doch recht unwahrscheinlich, besonders wenn man bedenkt, dass es sich z. B. um die Form der Kleberzellen handelt, und so dürfte mein erster Erklärungsversuch doch vorzuziehen sein.

Man könnte noch eine dritte Erklärung versuchen, nämlich annehmen, dass die bei der Befruchtung im ♂ Kern hinzukommende Anlage für das Merkmal *a* nicht im Stande sei, die Entfaltung des Merkmals *A* zu verhindern oder zu beeinflussen, die Entfaltung, für die schon vorher von der im ♀ Kerne steckenden Anlage Vorbereitungen getroffen sind, für die durch die Beschaffenheit des ♀ Plasmas gesorgt ist. Ich denke dabei speciell an die interessanten Versuche von Driesch über rein mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden (898, p. 65). Etwas Entsprechendes wäre z. B. bei Chromatophoren zu sehen, die ja als Leucoplasten von der Mutterpflanze ins Ei übernommen werden. In unseren Fällen (beim Mais) handelt es sich nicht um frühzeitig auftretende Charaktere, sondern um solche, die sich relativ spät, ja erst ganz am Ende der Entwicklung zeigen, sodass ich auch dieser Deutung meine erste vorziehe.

Auf die Frage, ob die Verschmelzung des zweiten Spermakernes mit den beiden Polkernen eine „wahre Befruchtung“ darstellt, oder nicht, will ich nicht zu weit eingehen. Sicher ist, dass dabei physiologisch alles so verläuft, wie bei einer wahren Befruchtung; der einzige Unterschied vom Embryo ist der, dass das Endosperm sich nicht fortpflanzt. Meiner Meinung nach ist das eine Sache für sich; daraus, dass bei den höheren Pflanzen die Fortpflanzung an eine Befruchtung (die Vereinigung der Sexualzellen) gebunden ist, braucht noch nicht hervorzugehen, dass beide überall innerlich zusammenhängen; wie es Fortpflanzung ohne Befruchtung giebt, könnte es auch Befruchtung ohne Fortpflanzung geben. Im Uebrigen verweise ich auf die Arbeiten von STRASBURGER (900, a, Sp. 15 d. S. A.), der gegen diese Auffassung ist, und von Miss SARGANT (900, p. 689), mit welcher letzterer ich im Wesentlichen übereinstimme.

E. SARGANT hat, eine Anregung von Miss THOMAS aufgreifend, auch eine teleologische Deutung der Befruchtung der Polkerne zu geben versucht: Das Bastardendosperm wird für die Ernährung und die Entwicklung des Bastardembryo passender sein, als ein von der Mutterpflanze allein gebildetes Endosperm. Miss SARGANT hat dabei in erster Linie an Kategorie VI, das chemische Verhalten des Reservemateriales im Endosperm, gedacht. Da die Anlage für Stärke dominirt, müsste, falls eine genaue Anpassung vorläge, der Embryo des Bastardes (Typ. *vulgaris* + Typ. *saccharata*) dieselben Anforderungen stellen, wie der des reinen Typus *vulgaris*. Hierüber liessen sich natürlich leicht experimentelle Untersuchungen anstellen, durch Vertauschen der Keimlinge angekeimter Früchte. Doch ist jedenfalls nicht zu vergessen, dass diese Deutung vor den Kategorien IV und V Halt machen muss: was auch der Nutzen der Färbung der Kleberschicht und des Endosperms sein mag

— wenn sie überhaupt einen hat —, an die Ernährung des Embryo wird man dabei am Wenigsten denken können! Und für das Zustandekommen der doppelten Befruchtung sagt diese Deutung so viel oder so wenig, wie jede andere teleologische Erklärung.

Zu Satz 7b: Die Mengung der Merkmale, das Auftreten der Scheckung — mag sie nun fast regelmässig zu Stande kommen oder als Ausnahme sich zeigen —, ist sehr auffallend und hat H. WEBBER zur Aufstellung einer besonderen Hypothese Anlass gegeben. Er nimmt an, dass sich in solchen Fällen der zweite Spermakern nicht mit den Polkernen vereinigt, sondern selbständig getheilt habe, neben dem aus den Polkernen gebildeten Kerne, der sich auch theilen würde. Wir hätten also eine ♀ und ♂ „Parthenogenesis“; jeder Kern behält seine Eigenschaften, und bei der Vertheilung an der Peripherie des Embryosackes kämen Kerne mit denen des Vaters neben solche mit denen der Mutter zu liegen, wie man sich leicht ausmalen kann.

Zunächst ist dem gegenüber zu betonen, dass ein Auftreten der verschiedenen Farben der Stammeltern bei Bastarden in scharf abgegrenzten Flecken und Streifen bekanntlich nicht zu selten auftritt — ich verweise z. B. auf die schönen Beobachtungen von NAUDIN über die Blüthen des Bastardes *Mirabilis Jalapa + longiflora* (863, p. 32, Tab. II., A), die roth und weiss gestreift waren. Es ist eine Frage für sich — und Experimente darüber sind schon im Gang — ob in den Zellen eines solchen Streifens nur mehr die Anlagen für dies eine Merkmal stecken, Thatsache ist, dass sich die Anlagen für beide bei der Befruchtung, der der Keim entstammte, mit den Keimzellen vereinigten.

Ist demnach Webber's Annahme nicht nöthig, so ist sie aus andern Gründen überhaupt aufzugeben. Ein Endosperm, dessen Kleberschicht auf blassviolettem Grunde dunklere Flecken zeigt — man vergleiche etwa Fig. 55, 66 oder 71, Taf. I. —, müsste nach WEBBER doppelten Ursprungs sein: der ganz abgestuft gefärbte Grund wäre durch Befruchtung der Polkerne entstanden, die scharfen, dunklen Flecken durch parthenogenetische Entwicklung des zweiten Spermakernes. Ein *vulgata*-Korn, das durch die Bestäubung mit dem Pollen der *R. coeruleodulcis* gleichmässig heller gelb und dazu blauesprenkelt wurde, führte zu einer ähnlichen Annahme, denn für Kategorie V müsste man mit WEBBER eine Befruchtung durch den Spermakern annehmen, für Kategorie IV eine parthenogenetische Entwicklung desselben; beides zugleich ist aber doch nicht möglich. Schliesslich lehrt ja auch die Entwicklungsgeschichte, dass die scheinbar homogen blaue Kleberschicht ein Stadium durchläuft, auf dem sie „gescheckt“ ist (Fig. 100—102, Taf. I.), das gescheckte Xenienkorn also eigentlich einem auf diesem Stadium stehengebliebenen *cyanea*- oder *coeruleodulcis*-Korn entspricht.

III.

Die übrigen „Xenien“.

Hier sollen ganz kurz die übrigen Fälle von „Xenien“ zusammengestellt werden; Litteratur, die bei Focke (881) citirt ist, wird gewöhnlich nicht aufgeführt werden.

Wir können die Fälle in drei Gruppen bringen, davon sind die zwei ersten richtig beobachtet und leicht zu erklären, die dritte enthält lauter höchst zweifelhafte Fälle.

I. Fälle, wo der **Bastardembryo** die Veränderung bedingt.

1) **Matthiola**: GÄRTNER (849, p. 87), TREVOR CLARKE (Gard. Chron., 866, p. 588), C. DARWIN (893, p. 429), GILTAY (893, p. 491). — Von mir (899, p. 417 und 900, c, p. 102) richtig gestellt.

2) Aehnliche Angaben über **Erbsen** sind schon von DARWIN (893, I, p. 429) richtig gestellt worden. Vergl. auch MENDEL (866, p. 12) und GILTAY (893), CORRENS (899, p. 417), TSCHERMAK (900).

3) Hieher gehören einige Angaben von F. MÜLLER-Blumenau (Botan. Zeitg. 868, Sp. 629 u. f.). *Epidendrum cinnabarinum* hat Samen, deren Embryonen an langen, fadenförmigen Embryoträgern sitzen, die andern Orchideen, z. B. *Cattleya*, fehlen. (Vergl. z. B. GOEBEL, Vergleich. Entwicklungsgesch., p. 173.) *Cattleya Leopoldi*, bestäubt mit E. c., gab nun Samen, „in deren kurzer Samenhülle der lange Embryostiel auf die wunderlichste Weise hin- und hergebogen oder zusammengeknäuelte war.“ Von einem „direkten Einfluss der Bastardirung auf die durch sie erzeugte Frucht“ ist keine Rede, der Träger gehört ja zum Embryo.

II. Fälle, wo das **Bastardendosperm** die Veränderung bedingt.

1) **Zea Mais**.

2) **Secale cereale**. GILTAY (893, p. 502 u. f.) hat beobachtet, dass „blauer“ Roggen durch Bestäubung mit dem Pollen von „rothem“ Roggen heller blau, „rother“ durch die Bestäubung mit dem Pollen von „blauem“ etwas blau wird. Da die blaue Farbe ihren Sitz in der Kleberschicht des Endosperms hat, wie schon KOERNICKE (885, p. 118) wusste — es handelt sich auch hier, wie ich feststellte, um die Aleuronkörner —, so haben wir einen Parallelfall zur Kreuzung von Maisrassen mit blauer und nichtblauer Kleberschicht (Vers. 7 und 8 etc.). Auch hier ist die Aenderung bei der Verbindung ♀ Blau + ♂ Nicht blau weniger auffällig, als bei der umgekehrten Verbindung, und es erklärt sich der Unterschied wohl auch in gleicher Weise.

Weiteres Suchen wird wohl noch eine Reihe hiehergehöriger Fälle kennen lehren. So werden sich sicher *Oryza sativa*, *R. II. glutinosa* und *O. s.*, *R. I. utilissima* gegenseitig beeinflussen, wie Zuckermais und gewöhnlicher Mais — ich konnte mir keinen keimfähigen Klebreis verschaffen, um das selbst zu prüfen —; ferner Klebsorghum und gewöhnliches Sorghum (A. MEYER,

Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1886, p. 341) und Klebhirse und gewöhnliche Hirse (DAFERT, Landw. Jahrb. 1886, p. 837); vielleicht auch ein mehliges und ein (constant) glasiger Weizen.

III. Fälle, wo die Veränderung sich jenseits von Embryo und Endosperm gezeit haben soll.

Ich hatte ursprünglich hier eine Liste der publicirten Fälle geben wollen, sah dann aber davon ab, weil ich mit den mir zur Verfügung stehenden litterarischen Hilfsmitteln etwas Vollständiges doch nicht geben kann, und die wichtigsten Beobachtungen ja von FOCKE (881) zusammengestellt worden sind.

Unter all den Angaben sind ganz wenige, die ernsthafter genommen werden dürfen, sei es wegen der Autorität, die für sie eintritt, sei es, dass sie sich auf Versuche beziehen, die ad hoc gemacht wurden. Kaum eine hält dem Einwurf stand, die bestäubten Rassen seien unrein gewesen; bei einzelnen lässt sich auch der umbildende Einfluss der Tradition erkennen. Bei Erbsen sahen weder GILTAY (893) noch ich (899) eine Veränderung der Samenschale oder der Hülse eintreten. Meine Versuche mit *Lilium*-Arten gaben auch nur negative Resultate, und ich kann den Verdacht nicht unterdrücken, dass bei MAXIMOVIC's Beobachtung eine Etiquettenverwechslung stattfand; er merkte die Veränderung der Fruchtform erst, als er die Pflanzen fürs Herbar präparirte. — Die Bezeichnung einer *Vitis*-Rasse als Teinturier kommt nicht daher, dass der Pollen weisse Trauben blau färbt, sondern dass sie einen besonders dunklen Wein liefert, den man zum Färben anderer Weine benutzen kann. Das geht aus PUVIS' Angaben (837, p. 36) sicher hervor. — Zu den am häufigsten angeführten Fällen gehören solche beim Apfelbaum, aber OBERDIECK (844) hat aus eigener Erfahrung nie etwas davon gesehen, obschon seine „Proben- oder Sortenbäume“, mit vielen, auf denselben Baum gepfropften Sorten gewiss die beste Gelegenheit gegeben hätten.

Man darf natürlich nicht bei jeder beliebigen Aenderung von „Xenien“ sprechen, sondern nur dann, wenn ein selbständiges (p. 78) Merkmal bei einer Rasse auftritt, der es sonst fehlt, und wenn die den Pollen liefernde Rasse es besitzt. Aber wenn das auch zutrifft, ist noch Vorsicht nöthig, die Veränderung kann doch noch andern Ursprungs sein. Ich erinnere an die Gewichtszunahme, die die Früchte kleinkörniger Maisrassen bei der Bestäubung mit dem Pollen grosskörniger erfahren, und die eine Folge der Kreuzung „mit frischem Blut“ ist und bei der umgekehrten Bestäubung auch eintritt. So mögen sich z. B. manche der Angaben KOELREUTER's und GÄRTNER's über die veränderte Grösse der Samen erklären. Wir wissen noch viel zu wenig, wie die Ausbildung der Samen, direct oder auf Umwegen, die Fruchtbildung bedingt, auch an enzymatische Einwirkung vom Embryo aus wäre zu denken, die selbst Farbstoffbildung veranlassen könnte etc. Wirkliche

„Xenien“ im alten Sinn des Wortes wären nur durch Abgabe von Idioplasma an die Mutterpflanze — sei es vom Embryo, sei es vom Endosperm — möglich.

DARWIN (893, II., p. 375), dem wir die erste Zusammenstellung der einschlägigen Fälle verdanken, hat sie durch die Annahme zu erklären versucht, dass der Pollenschlauch die „gemmules“ auch an andere entwicklungsfähige Zellen der Mutterpflanze abgebe. Auf eine besondere Schwierigkeit, die Localisation der Einwirkung, hat WEISMANN (892, p. 504) hingewiesen. Die Ansicht BECK's (895, p. 6 d. S. A.), der davon ausgeht, dass mit der Endosmose der den Pollenschlauch ernährenden Stoffe eine Exosmose verbunden sein könne, und dass diese exosmotisch abgegebenen Stoffe das Agens zu den Veränderungen seien, mag hier nur registriert werden. Im Uebrigen wird man gut thun, die sichere Constatirung auch nur eines Falles abzuwarten, ehe man sich eine Erklärung sucht; meine Ueberzeugung ist, dass Xenien dieser dritten Art gar nicht existiren, so wenig wie echte Pfropfhybriden (Uebertragung von Panachure und ähnliches rechne ich nicht dazu) oder, bei Thieren, Telegonie.

IX. Abschnitt.

Die Bastarde.

Die Ergebnisse im zweiten und dritten Jahr des Versuches.

I. Einfache Bastarde. II. Tripelbastarde.

Die Bastarde zwischen den verschiedenen Rassen mussten aus mancherlei Gründen aufgezogen und studirt werden. Zunächst, um Gewissheit zu erhalten darüber, dass dasselbe Pollenkorn, dem eine bestimmte Veränderung im Endosperm der damit bestäubten Pflanze zugeschrieben werden musste, sich auch bei der Bildung des Bastardembryo betheiligte, und darüber, dass ein Bastardembryo vorlag, wenn sich auch äusserlich am Endosperm kein direkter Einfluss der den Pollen liefernden Rasse zeigte. Weiter, um die Form und die Intensität, in denen sich die Eigenschaften einer Rasse I „direkt“, als „Xenien“, bei der Rasse II zeigen, vergleichen zu können mit der Form und Intensität, in denen sie sich beim Bastard II ♀ + I ♂ zeigen, d. h. die zweite Endosperm-Generation, wenn ich so sagen darf, mit der ersten. Endlich war auch die Fähigkeit des Bastardpollens, „Xenien“ zu bilden, und das Verhalten des Bastardes gegenüber dem Pollen einer Xenien bildenden Rasse zu prüfen.

Leider konnte aus rein äusserlichen Gründen nur ein kleiner Theil der 72 beschriebenen Bestäubungsversuche so weitergeführt werden. Im Folgenden soll eine Auswahl der von mir gezogenen Bastarde beschrieben werden; einige, die anderen gegenüber nichts Neues boten, sind weggelassen worden, um den Abschnitt abzukürzen.

Die bei den Versuchen benützten Methoden sind bereits angegeben worden (Abschn. IV). Beim einzelnen Bastard werden zunächst die Kolben der ersten Generation beschrieben, die man durch Selbstbestäubung erhält, dann die, welche bei der Bestäubung mit dem Pollen einer der Elternrassen oder dem einer dritten Rasse entstehen, und die Kolben, welche eine der Elternrassen oder eine dritte Rasse bei der Bestäubung mit dem Pollen des Bastardes bildet, beide Male also „Xenien“-Kolben. Dann folgt die Beschreibung der zweiten Generation etc. — Die Kenntniss dessen, was im ersten Abschnitt (p. 77—92) auseinandergesetzt wurde, ist zum Verständniss des Folgenden durchaus nöthig.

Uebersicht.

I. Einfache Bastarde.

I. <i>R. alba</i> + <i>R. rubra</i>	Vers. 78	p. 199
II. <i>R. alba</i> + <i>R. cyanea</i>	Vers. 79—82	p. 200
III. <i>R. cyanea</i> + <i>R. rubra</i>	Vers. 83—86	p. 200
IV. <i>R. rubra</i> + <i>R. vulgata</i>	Vers. 87—95	p. 204
V. <i>R. Philippi</i> + <i>R. rubra</i>	Vers. 96	p. 209
VI. <i>R. cyanea</i> + <i>R. vulgata</i>	Vers. 97—103	p. 209
VII. <i>R. alba</i> + <i>R. nana</i>	Vers. 104—106	p. 215
VIII. <i>R. dulcis</i> + <i>R. rubra</i>	Vers. 107—111	p. 218
IX. <i>R. dulcis</i> + <i>R. vulgata</i>	Vers. 112	p. 220
X. <i>R. coeruleodulcis</i> + <i>R. vulgata</i> . .	Vers. 113—115	p. 221
XI. <i>R. acuminata</i> + <i>R. alba</i>	Vers. 116—117	p. 223

II. Tripelbastarde.

XII. (<i>R. alba</i> + <i>R. cyanea</i>) + <i>R. dulcis</i>	Vers. 118—137	p. 225
---	---------------	--------

I. Einfache Bastarde.

I. *R. alba* + *R. rubra*.

Vers. 78. 1. ♀ *R. rubra* + ♂ *R. alba*. Bestäubt mit der *R. alba*. (Forts. von Vers. 4).

Von 3 Pflanzen, die ich castrirte und durch die *R. alba* bestäuben liess, erhielt ich je einen ziemlich kleinen (8,5—10 cm), schlecht entwickelten Kolben mit röthlichen Spelzen (wie bei der *R. rubra*) und mit Körnern, deren Fruchtschalen roth waren, bei einem etwas heller als bei den zwei andern, was aber wohl nur von der geringern Reife abhing.

II. *R. alba* + *R. cyanea*.

Erste Generation.

Vers. 79. 1. ♀ *R. alba* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit der *R. alba*. (Forts. von Vers. 7).

Ich erhielt von einer Pflanze, die rechtzeitig castrirt und der Bestäubung durch die *R. alba* überlassen worden war, einen mittelgrossen, mässig gut-entwickelten Kolben, dessen Körner etwa zu 50% blau, zu 50% weiss waren. Genauere Zählungen habe ich nicht ausgeführt.

Vers. 80. 2. ♀ *R. cyanea* + ♂ *R. alba*. Bestäubt mit der *R. dulcis*. (Forts. von Vers. 7).

Das Resultat war das gleiche, wie bei dem vorhergehenden Versuch.

Zweite Generation.

Vers. 81. 3. ♀ (♀ *R. alba* + ♂ *R. cyanea*) + ♂ *R. alba*. Bestäubt mit der *R. dulcis*. Weisse Körner (von Vers. 79).

4 Pflanzen wurden aufgezogen, castrirt und der Bestäubung mit der *R. dulcis* überlassen. Sie brachten je einen mittellangen, mässig gut bis schlecht entwickelten Kolben mit lauter weissen, glatten Körnern.

Vers. 82. 4. ♀ (♀ *R. alba* + ♂ *R. cyanea*) + ♂ *R. alba*. Bestäubt mit der *R. dulcis*. Blaue Körner (von Vers. 79).

4 Pflanzen wurden aufgezogen, castrirt und der Bestäubung mit der *R. dulcis* überlassen. Sie brachten je einen mässig bis schlecht entwickelten Kolben mit lauter glatten Körnern, von denen etwa die Hälfte (oder $\frac{3}{5}$) blau, die Hälfte (oder $\frac{2}{5}$) weiss waren. Einzelne Körner bildeten Mittelstufen; so war eines zur Hälfte weiss, mit scharfer Grenze. Das Ergebniss meiner Zählungen ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 15.

Nummer des Kolbens.	I.	II.	III.	IV.	I—IV.	
weiss	—	21	15	34	70	41,2%
mehr oder weniger blau	1	22	25	52	100	58,8%

Das von der Kleberschicht genommene Merkmalspaar ist also schizogon, aber nur annähernd heterodynam; es gilt nur die Spaltungsregel, das Blau dominirt nicht vollkommen über das Weiss.

III. *R. cyanea* + *R. rubra*.

Erste Generation.

Vers. 83. 1. ♀ *R. cyanea* + ♂ *R. rubra*, mit eigenem Pollen bestäubt. (Fortsetzung von Vers. 17).

Ich erzog 6 Pflanzen, die einem Handelsgärtner übergeben und der gegenseitigen Bestäubung überlassen wurden, und erhielt 6 Kolben, die zwischen

8,5 und 14 cm lang (also z. Th. länger als bei der *R. cyanea*) und theils ziemlich vollkommen, theils lückenhaft ausgebildet waren. Bei 3 Pflanzen war die Fruchtschale gelblich, bei 3 roth; die Kleberschicht war bei allen 6 Kolben bei der Mehrzahl der Körner ganz blau, bei der Minderzahl ganz weiss. Körner, bei denen sie zum (grösseren) Theil blau, zum (kleineren) Theil weiss, waren seltener. Die nachstehende Tabelle giebt das Resultat der Zählungen an den 3 Kolben mit gelblicher Fruchtschale.

Tabelle 16.

Nummer des Kolbens.	I.		II.		II.		I—III.	
weiss	24	27,9%	12	18,2%	14	18,1%	50	21,8%
etwas blau	—	—	—	—	—	—	—	—
mittel	—	—	—	—	—	—	—	—
stark blau	2	} 72,1%	—	} 81,8%	1	} 81,9%	3	} 78,2%
ganz blau	60		54		62		176	

Die überwiegend, aber nicht ganz blauen Körner machen nur 1,3% der Gesamtzahl und 1,7% der + blauen Körner aus.

Nach den MENDEL'schen Regeln hätten, falls das Roth der Fruchtschalen dominirt, alle Kolben Körner mit rother Fruchtschale tragen müssen, was nicht der Fall war, hätten ferner 25% der Körner keine blaue Kleberschicht besitzen dürfen, was auch annähernd zutraf.

2. ♀ *R. rubra* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit eigenem Pollen. (Fortsetzung von Vers. 18).

Vers. 84. a. Schwarze Körner (mit stark blauer Kleberschicht, bei denen die Bestäubung durch die *R. cyanea* äusserlich sichtbar war).

Ich erzog 3 Pflanzen, die einem Handelsgärtner übergeben und der gegenseitigen Bestäubung überlassen wurden. Im selben Garten standen noch, möglichst weit entfernt, die Pflanzen des folgenden Versuches (85).

Jede Pflanze brachte einen mittelgrossen bis kleinen, mässig vollkommenen bis lückenhaft entwickelten Kolben (6 cm bis 11,5 cm); bei zweien war die Fruchtschale gelblich, bei einem roth. An allen dreien waren einzelne Körner nicht reif geworden, unter der faltig abgehobenen Fruchtschale war aber das kleine, geschrumpfte Endosperm doch noch so weit entwickelt, dass die Farbe der Kleberschicht festgestellt werden konnte. Bei der Mehrzahl der Körner (etwa 75%) war die Kleberschicht blau, bei der Minderzahl (etwa 25%) weiss; die Uebergangsformen selten. Die nachstehende kleine Tabelle giebt das Resultat meiner Zählungen an den zwei Kolben mit gelblichen Fruchtschalen; die unreifen Körner konnten mitgezählt werden. Bei dem „rothen“ Kolben unterblieb die Zählung, ihrer Schwierigkeit halber.

Tabelle 17.

Nummer des Kolbens.	I.		II.		I.—II.	
	weiss	12	32,4%	26	21,9%	38	24,4%
etwas blau	—	—	—	—	—	—
mittel	—	—	1	78,1%	1	75,6%
stark blau	—	—	9		9	
ganz blau	25	67,6%	83		108	

Die mittel oder stark blauen Körner machen nur 6,4% der Gesamtzahl und 8,5% der + blauen Körner aus.

Fig. 16, Taf. II.

Vers. 85. b. Rothe Körner (mit weisser oder etwas blauer Kleberschicht, bei denen die Bestäubung durch die *R. cyanea* äusserlich nicht sichtbar war).

Ich erzog 3 Pflanzen, die einem Handelsgärtner übergeben und der Selbstbestäubung überlassen wurden. In demselben, sehr grossen Garten standen, möglichst weit entfernt, die Pflanzen des vorigen Versuches (84). Jede Pflanze brachte einen grossen, gut bis ziemlich lückenhaft besetzten Kolben (bis 16,5 cm), bei zweien waren die Fruchtschalen gelblich, bei einer roth. Die Kleberschicht war bei der Mehrzahl der Körner (ca. 75%) mehr oder weniger blau, bei der Minderzahl (ca. 25%), weiss, die Uebergangsformen (zu Blau gerechnet) zahlreich. Da eine Untersuchung des rothen Kolbens sehr umständlich gewesen wäre, beschränkte sich die Zählung auf die zwei Kolben mit gelblicher Fruchtschale. Die nachstehende Tabelle giebt das Resultat.

Tabelle 18.

Nummer des Kolbens	I.		II.		I—II.	
	weiss	36	23,7%	42	23,7%	78	23,7%
etwas blau	5	76,3%	15	76,3%	20	76,3%
mittel	18		25		43	
stark blau	26		26		52	
ganz blau	67	69	136			

Die nur etwas, mittel und stark blauen Körner machen etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtzahl aus, nämlich 34,9%, und fast $\frac{1}{2}$ der ± blauen Körner, nämlich 45,8%.

Fig. 15, Taf. II.

Das Ergebniss der Versuche 84 und 85 spricht nicht dafür, dass die MENDEL'schen Regeln für die Farbe der Fruchtschale gelten, bestätigt dagegen den schon aus Versuch 83 abgeleiteten Schluss, dass sich die Farbe der Kleberschicht nach der Spaltungsregel richtet; auch hier sind etwa 75% der Körner mehr oder weniger blau, doch dominirt das Blau nicht eigentlich.

Vers. 86. 3. ♀ *R. rubra* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit der *R. alba*. (Fortsetzung von Vers. 18).

Rothe Körner, wie bei Versuch 85.

Ich erzog 6 Pflanzen unter solchen von der *R. alba* und castrirte sie rechtzeitig, sodass sie von der *R. alba* bestäubt wurden. 5 brachten je einen Kolben mit gelblichen Fruchtschalen, eine einen Kolben mit rothen, alle 6 Kolben waren mässig gut bis fast vollkommen entwickelt und trugen glatte Körner, von denen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{2}{5}$ eine mehr oder weniger blaue Kleberschicht besaßen, relativ wenige eine intensiv blaue, viele eine gefleckte oder schwach blaue, bis herab zu eben erkennbaren Spuren von Blau. Genaue Zählungen habe ich nur an den fünf Kolben mit gelblichen Fruchtschalen ausgeführt, ihr Resultat bringt Tabelle 19.

Tabelle 19.

Nummer des Kolbens.	I.		II.		III.		IV.		V.		I.—V.		III—V.	
weiss	91	67,4%	84	56,4%	115	72,8%	108	74,5%	65	72,2%	463	68,5%	288	73,3%
mehr oder weniger blau und zwar von den ± blauen:	43	32,6%	65	43,6%	43	27,2%	37	25,5%	25	27,8%	213	31,5%	105	26,7%
etwas blau	5		8		3		5		5		26	12,2%	13	12,4%
mittel	9		8		10		11		6		44	20,7%	27	25,7%
stark blau	19		25		22		5		6		77	36,2%	33	31,4%
ganz blau	10		24		8		16		8		66	30,9%	32	30,5%

Vergleicht man die Procentzahlen der mehr oder weniger blauen Körner bei den einzelnen Kolben, so sieht man, dass drei Kolben zusammengehören (III, IV, V), hier sind die Zahlen im Maximum um 2,3% verschieden, einer (II) steht ganz für sich allein (43%), und einer (I) vermittelt.

So schwankend ferner die Procentzahlen für die einzelnen Stufen, in denen das Blau auftritt, bei den einzelnen Kolben sind, so zeigt doch der Vergleich zwischen jenen, die sich auf die Gesamtheit der 5 Kolben beziehen (I—V), und jenen, die zu Kolben III—V gehören, deutlich, dass auch hier eine Gesetzmässigkeit herrscht, die Zahlen könnten sonst nicht so gut übereinstimmen.

Nach den MENDEL'schen Regeln hätten alle Pflanzen Kolben mit derselben Fruchtschale bringen müssen, und zwar rothe, was nicht der Fall war. Besser stimmt, dass 25% bis 43% der Körner eine mehr oder weniger blaue Kleberschicht besaßen. Denn 50% der ♀ Sexualzellen sollten nur mehr die Anlage für eine blaue, die anderen 50% die für eine weisse Kleberschicht besitzen. Dass die Procentzahl der blauen Körner zum Theil viel geringer ist und nur die Hälfte beträgt, weist darauf hin, dass der Pollen der *R. alba* hier viel stärker Xenien bildend wirkt, als gegenüber der reinen *R. cyanea*. Dass diese Auffassung richtig ist, beweisen die Vers. 118—127.

IV. *R. rubra* + *R. vulgata*.

Erste Generation.

Vers. 87. 1. ♀ *R. rubra* + ♂ *R. vulgata*. Bestäubt mit eigenem Pollen. (Fortsetzung von Vers. 21).

6 Pflanzen wurden bei einem Handelsgärtner gezogen und der Selbstbestäubung überlassen, dicht dabei stunden 6 der umgekehrten Verbindung (♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*, Vers. 88), deren Pollen also auch auf die Narben kommen konnte. Ich erhielt durchschnittlich je zwei lange (bis 16 cm), fast stets gut ausgebildete Kolben. Bei denen von 4 Pflanzen war die Fruchtschale gelblich, bei denen von 2 Pflanzen roth, bei der einen etwas heller als bei der andern. Kein Korn war roth gestreift oder roth gefleckt. Bei den Kolben mit gelblicher Fruchtschale war sofort zu sehen, dass das Endosperm bei der Mehrzahl der Körner, etwa bei $\frac{3}{4}$, entschieden gelb war, aber mit starken Schwankungen in der Intensität, bei der Minderzahl, etwa bei $\frac{1}{4}$, entschieden weiss; nur bei wenigen Körnern jedes Kolbens konnte man zweifeln, ob sie zu der einen oder der andern Kategorie zu stellen seien. Weiss und gelb gefleckte Körner kamen nicht vor, doch gab es welche, bei denen die Kuppe, mit allmähligem Uebergang, entschieden heller war. Angeschnitten zeigten die Körner der rothen Kolben ebenfalls theils gelbes, theils weisses Endosperm, meist gelbes. Genaue Zählungen wurden nur an je einem Kolben der vier Pflanzen mit gelblicher Fruchtschale angestellt; das Resultat ist in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 20.

Nummer des Kolbens.	I. 1.		II. 1.		III. 1.		IV. 1.		I. 1.--IV. 1.	
weiss	47	20,7%	56	21,2%	66	28,8%	8	9,5%	177	22%
mittel	9	79,3%	32	78,8%	2	71,2%	2	90,5%	45	78%
stark oder ganz gelb	171		176		161		74		582	

Die mittleren Körner machen im Durchschnitt 5,6% der Gesamtzahl aus; beim einzelnen Kolben dagegen zwischen 0,87 und 13,1%.

2. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen (Fortsetzung von Vers. 22).

Vers. 88. 6 Pflanzen wurden bei einem Gärtner gezogen und der Selbstbestäubung überlassen; dabei stunden die 6 Pflanzen des vorhergehenden Versuches (87), deren Pollen jedenfalls auch auf die Narben gelangte. Sie gaben ebenfalls durchschnittlich je zwei sehr gut entwickelte (bis 21,5 cm lange) Kolben. Bei denen von 2 Pflanzen waren die Fruchtschalen roth, bei denen von 4 Pflanzen gelblich. Bei diesen war sofort zu sehen, dass das Endosperm bei der Mehrzahl der Körner ausgesprochen gelb war, wenn auch

von schwankender Intensität (bei ca. 79%), bei der Minderzahl ausgesprochen weiss (bei ca. 21%); bei einigen Körnern war eine ausgesprochen intermediäre Färbung vorhanden. Die Kolben mit rothen Fruchtschalen verhielten sich genau gleich, wie ich durch Anschneiden der Körner leicht nachweisen konnte. Genauere Zählungen wurden aber nur bei einem derartigen Kolben gemacht, während von denen mit gelblichen Fruchtschalen 3 durchgezählt wurden, 2 davon stammten von derselben Pflanze. In Tabelle 21 sind die Resultate zusammengestellt.

Tabelle 21.

Fruchtschale:	Gelblich.						Roth.			
	I. 1.		I. 2.		II.		I. 1, 1, 2, II.		III.	
Nummer des Kolbens.										
weiss	57	21,9%	33	20,6%	50	21,9%	140	21,4%	50	21,9%
mittel	4	}78,1%	7	}79,4%	7	}78,1%	18	}78,6%	?	}78,1%
stark oder ganz gelb	199		120		176		495		178	

Die „mittleren“ Körner machen bei den ersten drei Kolben 2,8% der Gesamtzahl aus, für den dritten wurden sie nicht extra bestimmt, sondern zu den gelben gerechnet.

Vers. 89. Derselbe Bastard war schon früher gezogen worden, aus Material, das in einem andern Jahr erhalten worden war. 5 Pflanzen wurden einem Handelsgärtner übergeben und der gegenseitigen Bestäubung überlassen, sie brachten je einen oder zwei lange (bis 19,7 cm), zum Theil ganz vollkommene Kolben. Bei allen war die Fruchtschale roth, und das Endosperm bei der Mehrzahl der Körner gelb, bei der Minderzahl weiss. Das Zahlenverhältniss beider wurde aber nur für einen Kolben festgestellt. Auf 154, deren Endosperm entschieden gelb war, kamen 49 mit entschieden weissem Endosperm, und eines von ausgesprochen intermediärer Färbung; es war also bei etwa 76% der Körner gelb und bei 24% weiss, etwas öfter, als bei vorigem Versuch.

Für die Farbe der Fruchtschalen scheint die Prävalenzregel also auch hier gar nicht zu gelten, auch gilt sie nur a n n ä h e r n d für die Farbe des Endosperms, für die die Spaltungsregel dagegen sicher gilt.

Zweite Generation.

Vers. 90. 3. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Weisse Körner (von einem Kolben mit gelblichen Fruchtschalen, von Vers. 88, wie bei den 5 folgenden Versuchen).

4 Pflanzen, die bei einem Handelsgärtner gezogen und der gegenseitigen Bestäubung überlassen worden waren, gaben zahlreiche, aber meist unvollkommene (im Maximum 13 cm lange) Kolben. Bei denen zweier Pflanzen waren die Frucht-

schalen gelblich, bei denen der dritten roth; bei denen der vierten endlich gelblich, bis auf die eines kleinen Kolbens, von dessen Körnern einige um den Griffelrest herum auffällig krapproth waren. Das Endosperm war immer weiss oder ganz schwach gelblich, nicht mehr, als auch bei meiner reinen *R. alba* vorkam.

Vers. 91. 4. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Gelbe Körner (von einem Kolben mit gelblichen Fruchtschalen, von Versuch 88).

3 Pflanzen wurden bei einem Gärtner gezogen und der gegenseitigen Bestäubung überlassen. Eine blieb ganz steril, die beiden andern gaben zusammen 3 mittelgrosse bis kleine, mässig dicht bis schlecht besetzte Kolben. Bei allen waren die Fruchtschalen roth und das Endosperm (bei allen angeschnittenen Körnern) entschieden gelblich oder gelb; vom grössten Kolben wurden 51 Körner genau geprüft.

Vers. 92. 5. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen. (Körner von Vers. 88).

Fruchtschale tiefroth (da die Körner des Maisbrandes wegen sterilisirt werden sollten, wurde die Farbe des Endosperms nicht festgestellt).

5 Pflanzen, bei einem Handelsgärtner gezogen, konnten sich gegenseitig bestäuben. In ihrer Nähe stunden auch noch die 4 Pflanzen des folgenden Versuches (93). Sie gaben je 2 bis 4 mittelgrosse bis ziemlich grosse, mässig bis gut entwickelte Kolben. Die von 3 Pflanzen hatten rothe Fruchtschalen von normaler, tiefer Farbe, die von 2 gelbliche. Das Endosperm verhielt sich sehr verschieden, je nach der Pflanze; es wurden deshalb für jede wenigstens an einem Kolben Zählungen gemacht, die in den nachstehenden Tabellen zusammengestellt sind.

Tabelle 22.
Fruchtschale gelblich.

Nummer des Kolbens.	I, 1.		I, 2.		I, 3.		I, 4.		II, 1.		II, 2.		II, 1, 2.	
	weiss und gelblich	102	96,2%	121	98,4%	6	75%	19	65,5%	67	47,5%	44	30,1%	111	39,1%
gelb und fast gelb	4	3,8%	2	1,6%	2	25%	10	34,5%	74	52,5%	99	69,9%	173	60,9%

Fruchtschale roth.

Nummer des Kolbens.	III. ¹⁾		IV. ²⁾		V.	
	weiß und gelblich	4	23,5%	—	—	38	56,7%
gelb und fast gelb	13	76,5%	50	100%	29	43,3%

¹⁾ Nur 1 Longitudinalreihe am Kolben gezählt.

²⁾ Nicht alle Körner gezählt.

Die Procentzahl der Körner mit gelbem Endosperm schwankte also zwischen 1,6 und 100!

Vers. 93. 6. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Fruchtschale hellroth (Körner von Versuch 88. Auch hier war die Farbe des Endosperms nicht festgestellt worden).

4 Pflanzen wurden, neben denen des vorhergehenden Versuches, bei einem Handlungsgärtner erzogen, ausser dem eigenen Pollen konnte also der von jenen Pflanzen auf die Narben gelangen. Sie gaben je 1 bis 4 mittelgrosse (ausnahmsweise grosse oder kleine), gut bis ganz mangelhaft entwickelte Kolben. Die von 2 Pflanzen hatten rothe Fruchtschalen, und zwar von der gewöhnlichen, tiefen Farbe, die von den 2 andern gelbliche. Die Farbe des Endosperms variierte in ähnlicher Weise, wie bei dem eben beschriebenen Versuch; ich habe auch hier einige Zählungen ausgeführt, die in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst sind.

Tabelle 23.

Fruchtschale:	Gelblich.				Roth.			
	I.		II.		III.		IV. ¹⁾	
Nummer des Kolbens.								
weiss und gelblich	—	—	47	68,1%	7	14,3%	1	25%
fast und ganz gelb	∞	100%	22	31,9%	42	85,7%	3	75%

Auch hier schwankt also die Zahl der Körner mit gelbem Endosperm in sehr weiten Grenzen; sie kann 32% oder 100% ausmachen.

Bemerkung zu den Versuchen 91 bis 93. Wäre jede Pflanze für sich allein gezogen und mit eigenem Pollen bestäubt worden, so wären die Pflanzen, resp. ihre Kolben, nach der Beschaffenheit des Endosperms der Körner in drei Kategorien zu bringen gewesen: 1) solche mit lauter weissen Endospermen, 2) solche mit lauter gelben und 3) solche mit 75% gelben und 25% weissen. Dadurch, dass alle durcheinander stunden und sich gegenseitig bestäubten, wobei Xenien und Rückkreuzungen entstehen mussten, wurden die drei Klassen verwischt. Immerhin ist noch deutlich, dass I von Tabelle 22 zur Klasse 1, IV von Tabelle 22 und I von Tabelle 23 zur Klasse 2 gehörten.

Dass Klasse 1 von Klasse 2 + 3 getrennt werden kann, zeigen Versuch 90 und 91; dass die Trennung auch für Klasse 2 und 3 möglich ist, soll nun noch gezeigt werden.

¹⁾ Nur 4 Körner geprüft.

Vers. 94. 7. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Hellgelbe Körner (von einem Kolben mit gelblicher Fruchtschale, von Vers. 88).

8 Pflanzen wurden bei einem Handelsgärtner gezogen und der gegenseitigen Bestäubung überlassen. Sie brachten je zwei (oder ausnahmsweise nur einen) Kolben, die mittelgross bis gross (ausnahmsweise klein) und meist gut bis vollkommen entwickelt waren. Bei 6 Pflanzen waren die Fruchtschalen gelblich, bei 2 Pflanzen dagegen roth. Das Endosperm war bei der Mehrzahl der Körner aller Kolben ganz oder deutlich gelb, bei der Minderzahl weiss oder blassgelblich, daneben gab es immer noch einzelne mit intermediär gefärbtem Endosperm. Genaue Zählungen wurden aber nur an einem Kolben gemacht. Ihr Resultat bringt Tabelle 24.

Tabelle 24.

Nummer des Kolbens.	I.	
weiss oder gelblich	39	} 38,1%
mittel	7	
fast oder ganz gelblich	132	

Die mittleren Körner machen etwa 4% der Gesamtzahl aus.

Vers. 95. 8. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. rubra*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Tiefgelbe Körner (von einem Kolben mit gelblicher Fruchtschale, von Vers. 88).

Von 6 Pflanzen, die Herr Professor HEGELMAIER in seinen Garten zu nehmen so freundlich war, und die weit auseinander gesetzt waren, also sich wohl meist selbst bestäubten, erhielt ich 8 mittelgrosse, meist schlecht entwickelte Kolben. Alle trugen lauter tiefgelbe Körner mit gelblicher Fruchtschale, kein Korn war merklich heller als die andern.

Die Trennung von Klasse 2 und 3 wird dadurch ermöglicht, dass die Körner, die der Vereinigung von Sexualzellen mit ungleichen Anlagen ihre Existenz verdanken (♀ weiss + ♂ gelb und ♀ gelb + ♂ weiss), zum Theil äusserlich als „Xenien“ von jenen unterschieden werden können, die durch die Vereinigung von Sexualzellen mit gleichen Anlagen (gelb + gelb) entstanden sind, weil das Gelb nicht immer völlig über das Weiss dominirt.

Das Merkmalspaar von der Farbe des Endosperms ist also noch homodynam, aber fast heterodynam, und schizogon, das von der Farbe der Fruchtschale ebenfalls schizogon.

V. *R. Philippi* + *R. rubra*.

Vers. 96. 1. *R. alba*, bestäubt mit dem Pollen des Bastardes ♀ *R. rubra* + ♂ *R. Philippi*. (Fortsetzung von Vers. 24.)

3 *alba*-Pflanzen wurden rechtzeitig castrirt und in der angegebenen Weise bestäubt. Sie trugen je einen mässig entwickelten Kolben, die Fruchtschalen waren, wie zu erwarten war, völlig unverändert geblieben, dagegen war etwa bei der Hälfte der Körner das Endosperm gelb geworden, in allen Abstufungen von blassgelb bis fast zu gelborange, ohne dass die Nuance der *R. Philippi* wirklich erreicht worden wäre. Tabelle 25 giebt die Resultate meiner Zählungen an den 3 Kolben. Sie waren bei dem allmählichen Uebergang zwischen weiss und gelb sehr schwierig und sind natürlich nur näherungsweise genau.

Tabelle 25.

Nummer des Kolbens	I.		II.		III.		I., II., III.	
weiss und gelblich	37	47,4%	70	56,4%	38	50,7%	145	52,3
mehr oder weniger gelb und zwar:	41	52,6%	54	43,6%	37	49,3%	132	47,7%
hellgelb	23	29,5%	37	29,8%	26	34,7%	86	31%
gelb	18	23,1%	17	13,7%	11	14,7%	46	16%

Das Resultat entsprach ganz dem, was nach den MENDEL'schen Regeln zu erwarten war. Da von den Pollenkörnern des Bastardes nur die Hälfte die Anlage für Gelb enthielt, konnten höchstens 50% der *alba*-Körner Xenien werden, dass aber fast alle möglichen Xenien wirklich als solche kenntlich waren, liess sich nach dem Ergebniss des Bestäubungsversuches ♀ *R. alba* + ♂ *R. vulgata* (11) erwarten.

VI. *R. cyanea* + *R. vulgata*.

Erste Generation.

Vers. 97. 1. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit eigenem Pollen. (Fortsetzung von Vers. 28.)

Ich erzog 7 Pflanzen, die sich gegenseitig bestäuben konnten, und erhielt 7 kurze bis ziemlich lange, fast vollkommen bis sehr lückenhaft entwickelte Kolben. Das Endosperm war beim grösseren Theil der Körner gelb, beim kleineren weiss, unentschiedene Färbungen fehlten, die Kleberschicht bei der Minderzahl dem übrigen Endosperm gleich (gelb oder weiss), bei der Mehrzahl in allen Abstufungen blau gefärbt, von homogenem Tiefblau, das die Farbe des übrigen Endosperms ganz verdeckte, durch Blassblau, homogen oder dunkler gesprenkelt, bis zu Gelb und Weiss mit blauem Hauch oder einzelnen, oft winzigen blauen Flecken. Dazu schwankte noch, auch beim selben Korn, die Nuance zwischen Blau und Rothviolett.

Nachstehende kleine Tabelle giebt die Resultate meiner Zählungen für Blau an 3 Kolben, an einem, dessen Gesamtfarbe besonders viel Blau aufwies, und an zwei, die besonders wenig Blau zu enthalten schienen.

Tabelle 26.

Nummer des Kolbens	I.		II.		III.		I—III.	
ganz ohne Blau	37	23,9%	23	27,1%	47	32,2%	107	27,7%
etwas blau	6	76,1%	3	72,9%	3	67,8%	12	72,3%
mittel	12		6		9		27	
stark blau	64		22		21		107	
ganz blau	36		31		66		133	

Für die Körner, die gar keine Spuren von Blau zeigten, wurde die Farbe des Endosperms festgestellt, wie Tabelle 27 zeigt:

Tabelle 27.

Nummer des Kolbens.	I.		II.		III.		I—III.	
weiss oder gelblich	11	29,7%	5	21,7%	10	21,3%	26	24,3%
überwiegend oder ganz gelb	26	70,3%	18	78,3%	37	78,7%	81	75,7%

Von der Gesamtzahl aller Körner sind gelb ohne Spur von Blau 20,97%, weiss ohne Spur von Blau 6,7%.

Die Spaltungsregel gilt also sicher, beide Merkmalspaare sind schizogon. Die Tabelle 28 stellt die gefundenen und die berechneten Werthe zusammen.

Tabelle 28.

	mehr oder weniger blau	nicht blau	gelb	weiss
Berechnet	75,0%	25,0%	18,75%	6,25%
Gefunden	72,3%	27,7%	20,97%	6,7%

Dass die Zahl der Körner ohne Blau grösser ausgefallen ist, als berechnet wurde, erklärt sich durch die „Xenien“bildung, bei der ja die Prävalenzregel nur annähernd gilt.

Vers. 98. 2. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit der *R. vulgata*. (Fortsetzung von Vers. 28.)

Ich erzog 5 Pflanzen, die castrirt und der Bestäubung durch die *R. vulgata* überlassen wurden, und erhielt 6 Kolben, die mittellang bis lang und mässig gut bis schlecht entwickelt waren. Das Endosperm war bei allen Körnern mehr oder weniger gelborange, bei manchen genau wie bei der *R. vulgata*; nur wenige waren so hell, dass sie deutlich an die der *R. alba* erinnerten. Die

Kleberschicht war etwa bei der Hälfte der Körner mehr oder weniger blau, wie beim vorigen Versuch; je nach der Intensität dieser Färbung trat die des übrigen Endosperms hervor oder verschwand. Auffallend war noch die geringe Zahl gefleckter Körner, während Mittelbildungen durch Abstufung der Intensität bei homogener Färbung sehr zahlreich waren. Die Resultate meiner Zählungen an 4 Kolben sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 29.

Nummer des Kolbens	I.		II.		III.		IV.		I., III., IV.	
gelb	89	51,1%	35	46,1%	22	50%	37	52,1%	148	51,2%
etwas blau	1	} 48,9%	} 41	} 53,9%	1	} 50%	—	} 47,9%	2	} 48,8%
mittel	13				1		6		20	
stark blau	45				10		18		73	
ganz blau	26				10		10		46	

Nach der Spaltungsregel war dieses Ergebniss zu erwarten. 50% der Körner durften gar kein Blau zeigen. Ebenso mussten 50% der Körner beim übrigen Endosperm das reine Gelborange der *R. vulgata* zeigen und 50%, als Xenien, verschiedene Abstufungen desselben. Dass diese helleren Körner bald eine Kleberschicht von der gleichen Farbe, bald eine mehr oder weniger blaue besaßen, war leicht festzustellen; Zählungen schienen mir aber zu unsicher zu sein.

Vers. 99. 3. *R. alba*. Bestäubt mit dem Pollen des Bastardes ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. (Fortsetzung von Vers. 28.)

9 Pflanzen der *R. alba* wurden abwechselnd mit 7 des genannten Bastardes in zwei Reihen gepflanzt und zur rechten Zeit castrirt. Sie trugen je einen, meist ziemlich vollkommenen Kolben; zwei Kolben waren zwergig und lückenhaft. Die Körner waren zum grössten Theil deutlich Xenien. Es musste auf den ersten Blick auffallen, dass sich hiebei das Gelb und das Blau verschiedenen verhielten. Alle Kolben enthielten etwa gleich viel weisse und gelbe Körner, in allen Abstufungen von hellgelb bis gelborange. Das Blau trat dagegen nur bei 6 Kolben auf, bei 3, darunter freilich bei den zwei Zwergen, fehlte es ganz. Von den 6 andern zeigte ferner einer nur schwach blau überlaufene Körner, bei den übrigen 5 schwankte dagegen die Intensität zwischen dem leichtesten, eben noch erkennbaren blauen Hauch und einzelnen blassen Punkten einerseits, homogenem Dunkelblau andererseits; diese letzten Körner waren aber selten. Die Zahl der mehr oder weniger blauen Körner bewegte sich zwischen 14% und 50%, je grösser sie ist, desto grösser ist auch (nicht nur absolut, sondern auch relativ) die Zahl der intensiv gefärbten.

Sind die Anlagen für das Gelb und das Blau von einander unabhängig, so muss etwa die Hälfte der blauen Körner weisses, die Hälfte gelbes Endosperm besitzen. Das ist auch wirklich annähernd der Fall; die Combination von Weiss und Blau ist etwas häufiger beobachtet worden, als die von Gelb und Blau (56% : 44%), doch ist das nur zufällig, bei zwei Kolben überwog umgekehrt die zweite Combination, bei einem (III) sogar sehr auffällig.

Die Ergebnisse meiner Zählungen sind in Tabelle 30 zusammengestellt; ich bemerke noch, dass E Endosperm, K Kleberschicht bedeutet.

Tabelle 30.

Nummer des Kolbens	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		I—VII.	
		%		%		%		%		%		%		%		%
E & K weiss	41	47,1	38	40,4	20	48,8	56	41,2	17	26,6	38	26,2	29	29,9	239	36,0
E & K hellgelb bis gelb	46	52,9	42	44,7	15	36,6	46	33,8	25	39,1	45	31,0	20	20,6	239	36,0
E weiss, K + blau und zwar:	—		11	11,7	1	2,4	24	17,7	16	25,0	28	19,3	25	25,8	105	15,8
E weiss, K etwas blau	—		11		—		14		10		6		4		45	
E weiss, K mittel blau	—		—		—		1		1		2		4		8	
E weiss, K stark blau	—		—		1		9		5		20		17		52	
E gelb, K + blau und zwar:	—		3	3,2	5	12,2	10	7,3	6	9,4	34	23,5	23	23,7	81	12,2
E gelb, K etwas blau	—		3		1		2		3		5		3		17	
E gelb, K mittel blau	—		—		1		6		—		9		8		24	
E gelb, K stark blau	—		—		3		2		3		20		12		40	

Das Ergebniss lässt sich so zusammenfassen:

Tabelle 31.

Nummer der Kolben	I—VII.		Nummer der Kolben	I—VII.	
E weiss	344	51,8%	K weiss oder gelb	478	72,0%
E + gelb	320	48,2%	K + blau	186	28,0%

Fig. 17, Taf. II.

Nach den Regeln war zu erwarten, dass höchstens je die Hälfte der *alba*-Körner das Gelb und das Blau als Xenien zeigen würde, weil in der Hälfte der Bastard-Pollenkörner nur die Anlage für Weiss stecken musste. Dass einerseits fast alle möglichen 50% *alba*-Körner auch wirklich gelb wurden, stimmt so genau zum Ergebniss des Bestäubungsversuches ♀ *alba* + ♂ *vulgata* (Vers. 11), wie andererseits die Thatsache, dass nur etwa die Hälfte der möglichen 50%, als nur ca. 25%, auch wirklich mehr oder

weniger blau wurden, zum Ergebniss des Bestäubungsversuches ♀ *alba* + ♂ *cyanea* (Vers. 7) stimmt.

Unverständlich bleibt zunächst, warum bei drei Kolben gar kein Blau aufgetreten ist. Die Bastarde waren sicher echt gewesen (es sind die von Vers. 28), und die *alba*-Pflanzen sicher castrirt, auch zeigte sich das Gelb ja durchaus in derselben Weise, wie bei den andern Kolben.

Fig. 30 soll das ungleich starke Auftreten des Blau anschaulicher machen, als die blossen Zahlen können; in der Erklärung ist das zum Verständniss nöthige gesagt.

Zweite Generation.

Vers. 100. 4. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Weisse Körner (ohne Spur von Blau, von Vers. 97).

Ich erhielt von 4 Individuen, die bei einem Handlungsgärtner mit grösstmöglichem gegen-

seitigem Abstand ausgepflanzt worden waren, nur zwei kleine Kolben, einen mit 10, einen mit 4 Körnern, die weiss waren und ganz der *R. alba* entsprachen. Dies war nach der Spaltungsregel zu erwarten; die schlechte Entwicklung der Kolben ist hier, wie in den folgenden zwei Versuchen, darauf zurückzuführen, dass die Selbstbefruchtung unmöglich oder unwirksam war und für die ausgiebige wechselseitige Bestäubung die Pflanzen zu weit auseinander stunden.

Vers. 101. 5. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit eigenem Pollen. **Gelbe Körner** (ohne Spur von Blau, von Vers. 97).

Von 5 Individuen, die bei einem Gärtner mit möglichst grossem gegenseitigem Abstand ausgepflanzt worden waren, erhielt ich nur einen kleinen Kolben mit 14 Körnern. Davon waren 6 gelborange, 7 gelblich bis weiss, eines intermediär, eher gelblich als gelb. Auch dieses Ergebniss stimmt mit der Spaltungsregel, wenn wir annehmen, das Individuum sei aus der Verbindung (K nicht blau, E weiss + K nicht blau, E gelb) entstanden. Dass die hellen Körner mehr als 50% statt nur 25% ausmachen, wäre dann eine durch die kleine Zahl erklärbare, zufällige Erscheinung.

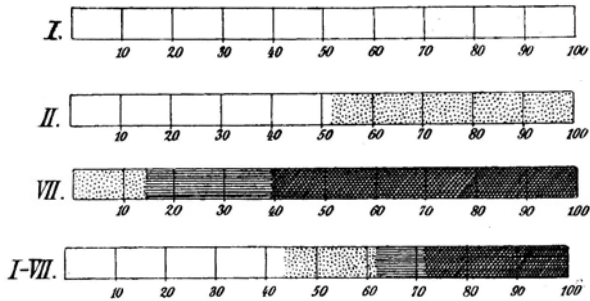


Fig. 30. Xenienkolben der Abstammung *R. alba*, bestäubt mit dem Bastard *R. vulgata* + *R. cyanea* (Vers. 99). Graphische Darstellung der Procentzahlen, in denen die ganz und stark blauen (doppelt schraffirt), mittleren (einfach schraffirt), etwas blauen (punktirt) und weissen Körner (weiss gelassen) unter den Körnern von der Abstammung ♀ K weiss oder gelb + ♂ K blau auftreten, bei Kolben I, II (Minimum) und VII (Maximum), so wie im Mittel bei allen sieben Kolben.

Vers. 102. 6. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Blaue Körner mit weissem Endosperm (von Vers. 97).

Von 5 Individuen, die bei einem Gärtner möglichst weit von einander ausgepflanzt worden waren, erhielt ich nur zwei Kolben, jeden mit einem einzigen Korn. Bei beiden war die Kleberschicht blau, beim einen homogen und intensiv, beim andern gesprenkelt, aber auch intensiv; das Endosperm war dagegen nur beim einen weiss, beim andern gelb. Dies Ergebniss war nach der Spaltungsregel nicht zu erwarten, lässt sich aber erklären (auch ohne dass man Xenienbildung durch ein angeflogenes Pollenkorn der *R. vulgata* annimmt), wenn man sich erinnert, dass ausnahmsweise ein mit *vulgata*-Pollen bestäubter *alba*-Fruchtknoten ein fast unverändertes *alba*-Korn hervorbringt, und annimmt, dass gerade ein solches, der Verbindung (K blau, E weiss + K blau, E gelb) oder (K nichtblau, E weiss + K blau, E gelb) etc. entsprungenes Korn ausgesät worden sei. Spuren von Gelb sind kaum zu erkennen, wenn die Kleberschicht ganz blau ist, auch wenn man das Korn anschneidet.

Vers. 103. 7. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. cyanea*. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Blaue Körner mit gelbem Endosperm (von Vers. 97).

Von 4 Pflanzen, die bei einem Handlungsgärtner ausgepflanzt worden waren, brachten 3 je einen Kolben; einer davon war ziemlich vollkommen, die übrigen mangelhaft. Dass das Resultat hier ein relativ günstiges war, ist darauf zurückzuführen, dass derselbe, sehr grosse Garten noch zu einem zweiten Versuch benutzt werden sollte, die Pflanzen also näher bei einander standen und sich gegenseitig bestäuben konnten. Bei allen drei Kolben war die Mehrzahl der Körner ausgesprochen blau, bei zweien (I, III) war das Endosperm bei allen Körnern gelborange, beim dritten (II) beim grösseren Teil der Körner gelborange, beim kleineren dagegen rein weiss. Ich habe, so gut es gehen wollte, die Zahlen ermittelt, sie sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 32.

Nummer des Kolbens	I.		II.		III.	
weiss	—		3	} 36,9%	—	} 27,3%
gelb	21	55,3%	49		27	
weiss mit Blau	—		3	} 63,1%	—	} 76,7%
gelb mit Blau	—		14		6	
blau	17	44,7%	72		66	

Zwei der Kolben (I, III) stammten also von Individuen, die aus der Verbindung (K blau, E gelb + K nichtblau, E gelb) hervorgegangen waren,

der dritte (II) von einem Individuum der Verbindung (K blau, E gelb + K nichtblau, E weiss) oder (K nichtblau, E gelb + K blau, E weiss). Dass bei diesem die Zahl der weissen Körner nur 5,8% der Gesamtzahl der Nichtblauen ausmacht, statt 25%, wie die Spaltungsregel verlangt, kommt zweifellos daher, dass der Pollen der dabeistehenden Individuen I und II Xenien bildete.

VII. *R. alba* + *R. nana*.

Erste Generation.

Vers. 104. 1. ♀ *R. alba* + ♂ *R. nana*. Bestäubt mit eigenem Pollen. (Fortsetzung von Vers. 46.)

3 Körner, die ausgesprochene Xenien waren, gaben 3 Pflanzen, die bei einem Handlungsgärtner aufgezogen wurden und sich selbst bestäuben konnten. Jede brachte einen Kolben, der in der Grösse intermediär, doch dem der *R. nana* etwas näher stand (4 cm, 8 cm, 7 cm), wie auch die Grösse der ganzen Pflanzen — die ich leider nicht mass — intermediär, aber der der *R. nana* ähnlicher war. Die Grösse der Körner war ebenfalls intermediär, für jeden Kolben annähernd dieselbe, aber für zwei Kolben entschieden grösser als für den dritten. Ich habe das Ergebniss einiger Wägungen in der untenstehenden Tabelle zusammengestellt; sie giebt das mittlere Gewicht eines Kornes, das durchschnittliche Gewicht der Körner der Elternrassen ist zur Vergleichung beigelegt.

Tabelle 33.

<i>R. alba</i>			Bastard			<i>R. nana</i>		
No.	Zahl der Körner	mgr	No.	Zahl der Körner	mgr	No.	Zahl der Körner	mgr
1 ¹	10	203	1	10	248	1 ¹	6	59
1	20	226	1 ¹	7, gelb	251	1	12	62
2	10	289	1 ²	3, weiss	242	2	50	75
3	10	319	2	5	292	3	20	82
4	24	322	2 ¹	3, gelb	286	3 ¹	5	93
5	100	329				3 ²	5	76
6	100	368				4	20	85
7	21	379				4 ¹	5	104
8	20	393				4 ²	5	61
9	10	403				5	10	89
10	12	410				6	20	106
11	48	441				6 ¹	5	121
11 ¹	16	463				6 ²	5	91
						7	10	116

Das Endosperm war bei der Mehrzahl der Körner gelb oder orange, wie bei der *R. nana*, bei der Minderzahl weiss oder gelblich, wie bei der *R. alba*; einige wenige Körner waren entschieden intermediär. Tabelle 34 giebt das Resultat meiner Zählungen.

Tabelle 34.

Nummer des Kolbens.	I.	II.	III.	I—III.	
weiss	31	21	7	59	} 31,4%
mittel	4	—	—	4	
gelb	79	36	10	125		} 68,6%

Im Verhältniss des mehligigen Theiles des Endosperms zum hornigen steht der Bastard der *R. vulgata* entschieden nahe (Textfig. 31).

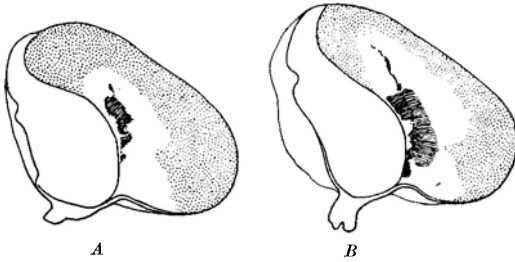


Fig. 31. Bastardkörner. *R. alba* + *R. nana*, I. Generation (Vers. 104), A weiss, B gelb. Sagittalschnitt. Der mehligige Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktiert. (¹⁰/₁₀)

Endlich wurde auch noch das Gewichtsverhältniss zwischen dem Endosperm und dem Embryo (II. Generation) bestimmt. Bei den 10 Körnern, die als Nr. 1, Tabelle 33, zuerst in toto gewogen worden waren, machte die Fruchtschale im Mittel je 11,6 mgr, der Embryo je 23,6 mgr, das Endosperm

je 183,3 mgr aus. In Tabelle 35 sind die Gewichte der Embryonen bei Bastard und Elternrassen, in Procenten des Gesamtgewichtes von Embryo und Endosperm, zusammengestellt.

Tabelle 35.

<i>R. alba</i>			Bastard			<i>R. nana</i>		
No.	Zahl der Körner	Embryo %	No.	Zahl der Körner	Embryo %	No.	Zahl der Körner	Embryo %
1.	10	13,1	1.	10	11,39	1.	11	10,5
2.	10	13,2				2.	12	10,8
3.	21	13,4				3.	20	12,0
4.	20	10,7						

Das Merkmalspaar von der Endospermfarbe ist annähernd, aber nicht ganz heterodynam und schizogon, die Merkmalspaare von der Grösse der Pflanzen und der Kolben, sowie von dem Gewicht der Körner homodynam, und, wie wir sofort sehen werden, auch homöogon.

Fig. 5, Taf. II; Textfig. 31.

Zweite Generation.

Vers. 105. 2. ♀ *R. alba* + ♂ *R. nana*. Bestäubt mit eigenem Pollen. Gelbe Körner (von Vers. 104).

Ich gab 4 Pflanzen zu einem Handelsgärtner, wo sie sich gegenseitig bestäuben konnten. Sie wurden a) 0,51 m, b) 0,70 m, c) 0,74 m und d) 0,83 m hoch und trugen je einen Kolben von a) 3,8 cm, b) 6,2 cm, c) 4,6 cm und d)

8,0 cm Länge, mässig gut bis schlecht entwickelt. Die Körner waren bei einem Kolben sämmtlich gelborange, bei den 3 andern dagegen zum Theil heller, bis weiss, mit allen Abstufungen. Das Gewicht schwankte zwischen 207 mgr und 156 mgr pro Korn, die Körner waren also leichter als bei dem das Saatgut liefernden Kolben, wo sie im Durchschnitt 248 mgr wogen.

Das Verhalten des mehligigen Theiles des Endosperms zum hornigen war in der III. Generation annähernd dasselbe, wie in der II. (Textfig. 32).

Für die Farbe des Endosperms galt offenbar die Spaltungsregel. Es waren zweierlei Pflanzen zu erwarten, solche mit Kolben mit lauter gelben Körnern und solche mit Kolben, die, bei Selbstbestäubung, 75% gelbe und 25% weisse Körner trugen. Der ersten Klasse gehörten offenbar eine, der zweiten 3 Pflanzen an. Dass bei diesen die Zahl der weissen und blassgelblichen Körner noch nicht 25% ausmachte, braucht uns nicht zu verwundern, da der Pollen der einen, der ersten Klasse angehörigen, nicht abgesonderten Pflanze sicher viele Xenien gebildet haben wird.



Fig. 32. Bastardkorn, *R. alba* + *R. nana*, II. Generation, gelb (Vers. 105). Sagittalschnitt. Der mehligige Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. (⁴⁰/₁₀.)

Vers. 106. 3. ♀ *R. alba* + ♂ *R. nana*.
Bestäubt mit eigenem Pollen.

Weisse Körner (von Vers. 104).

Von 4 Pflanzen brachten es nur 2 zum Blühen. Sie konnten sich gegenseitig bestäuben, wurden etwa so hoch wie beim vorigen Versuch¹⁾ und gaben zusammen 3 Kolben,

a) zwei von 8,7 und 4,3 cm, b) einen von 6,0 cm Länge, vollkommen bis mässig entwickelt. Die Körner waren fast alle für reine *R. alba* zu gelb, aber auch alle viel heller als die der *R. vulgata* oder gar die der *R. nana*; sie waren denen der *R. gilva* am ähnlichsten. Das Gewicht schwankte zwischen 199 mgr und 158 mgr pro Korn, war also geringer als bei den Körnern, die als Saatgut benutzt wurden und durchschnittlich 248 mgr wogen.

Fig. 6, Taf. II; Textfig. 32.

Ich stelle das Ergebniss der letzten 3 Versuche übersichtlich zusammen.

Tabelle 36.

A. Länge der Pflanzen in m.

<i>R. alba</i> ²⁾ .	Bastard, I. Gener.	Bastard, II. Gener.	<i>R. nana</i> .
c. 1,94 (15 Pfl.) Max. 2,39, Min. 1,20	intermediär	c. 0,70 (4 Pfl.) Max. 0,83, Min. 0,51	c. 0,54 (15 Pfl.) Max. 0,67, Min. 0,36.

¹⁾ Die Maasse gingen durch einen Zufall verloren.

²⁾ Die Pflanzen sind etwas schattiger und auf etwas besserem Boden gestanden, als die Bastarde und die andere Elternsippe, die durchschnittliche Höhe mag deshalb etwas zu gross ausgefallen sein.

B. Länge der Kolben in cm.

<i>R. alba.</i>	Bastard, I. Gener.	Bastard, II. Gener.	<i>R. nana.</i>
c. 10.	8; 7; 4.	8,7; 8,0; 6,2; 6,0; 4,6; 3,8.	c. 5. Max. 6, Min. 4,2.

C. Gewicht der Körner in mgr.

<i>R. alba.</i>	Bastard, I. Gener.	Bastard, II. Gener.	<i>R. nana.</i>
c. 353 Max. 410, Min. 203	c. 270 1. 292 2. 248	c. 172 1. 207 2. 171 Max. 199, Min. 133 3. 172 4. 163 5. 158 6. 163	c. 87 Max. 120, Min. 59

D. Absolutes Gewicht des Embryo in mgr.

<i>R. alba.</i>	I. Generation		II. Generation	<i>R. nana.</i>
	(Vers. 46)	(Vers. 47)	(Vers. 104)	
1. 42,5	1. 35,0	1. 7,1	23,6	1. 15,6
2. 42,4	2. 31,0	2. 7,7		2. 8,1
3. 34,2	3. 30,9			3. 5,2
4. 32,3				

VIII. *R. dulcis* + *R. rubra.*

Erste Generation.

Vers. 107. 1. ♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.
(Fortsetzung von Vers. 50.)

Von 6 Pflanzen, die rechtzeitig castrirt und der Bestäubung durch die *R. dulcis* überlassen worden waren, erhielt ich nur mangelhaft oder ganz schlecht entwickelte Kolben. Bei denen von 4 Pflanzen waren die Fruchtschalen roth, bei denen von 2 gelblich; bei denen mit rother Fruchtschale waren auch die Spelzen roth, bei denen mit gelblicher Fruchtschale weisslich. Die Körner waren theils runzlig, theils glatt; bei einzelnen konnte es zweifelhaft bleiben, wohin sie zu bringen seien. Das Ergebniss der Zählungen ist in Tabelle 37 zusammengestellt.

Tabelle 37.

Nummer des Kolbens	I, 1. R ¹⁾	I, 2. R.	II. W ¹⁾	III. R.	IV. R.	V. W.	VI. R.	I—VI.	
runzlig } mittel } glatt }	8 1 3	2 1 2	2 — 1	— — 1	1 — —	18 — 20	4 2 4	35 4 31	50% 5,8% 44,3%

¹⁾ R = Fruchtschale roth, W = Fruchtschale gelblich.

Es geschah also hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit des Endosperms das, was nach der Spaltungs- und Prävalenzregel zu erwarten war; rechnet man die 5,8% „mittlere“ Früchte zu den runzigen (was erlaubt ist, vergl. p. 125), so waren 55,8% runzlig statt der berechneten 50%. Dagegen stimmte das Verhalten des Roth in der Fruchtschale nicht zur Prävalenzregel.

Zweite Generation.

Vers. 108. 2. ♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.

Weisse, runzlige Körner (von Vers. 107).

Es wurden 3 Pflanzen erzogen, die rechtzeitig castrirt und der Bestäubung durch die *R. dulcis* überlassen wurden. Sie gaben je einen mittelgrossen, vollkommenen Kolben mit gelblichen Fruchtschalen, nur bei einem waren sie etwas röthlich, um die Griffelbasis herum am wenigsten, wie das auch bei reiner *R. dulcis* vorkommt. Die Körner zeigten alle den *saccharata*-Typus, bis auf eines, das offenbar ein Xenienkorn war; bei einem Kolben waren ziemlich viele Körner (etwa $\frac{1}{7}$) nur ganz wenig runzlig, aber durchscheinend, wie das auch bei reiner *R. dulcis* vorkommt (vergl. p. 125).

Es war also genau das geschehen, was nach den MENDEL'schen Regeln zu geschehen hatte.

Vers. 109. 3. ♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.

Weisse, glatte Körner (von Vers. 107).

Eine Pflanze, die rechtzeitig castrirt und mit der *R. dulcis* bestäubt worden war, trug einen ziemlich grossen, fast vollkommenen Kolben und zwei kleine, schlecht entwickelte. Die Fruchtschalen waren gelblich, aber deutlich röthlich überlaufen — noch auffallender als bei dem einen Individuum von Versuch 108, und wieder um die Griffelbasis herum am wenigsten —, die Körner selbst etwa zur Hälfte glatt, zur Hälfte runzlig, einige nur wenig. Die Zählung eines Theiles der Körner ergab: 82 runzlig, 2 fast glatt, 74 glatt, es waren also 53,2% (mehr weniger) runzlig und 46,8% glatt.

Die Spaltungs- und Prävalenzregel hätten verlangt, dass 50% der Körner runzlig, 50% glatt geworden wären.

Vers. 110. 4. ♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.

Rothe, runzelige Körner (von Vers. 107).

Ich erzog 2 Pflanzen, die castrirt und der Bestäubung durch die *R. dulcis* überlassen wurden. Beide brachten Kolben, deren Körner intensiv rothe, fast schwarzrothe Fruchtschalen besaßen; bei der einen waren bei allen drei

mittelgrossen bis grossen Kolben (von denen einer ganz vollkommen, die andern mässig gut entwickelt waren) die Körner runzlig, bei der andern, die einen mittelgrossen und einen kleinen Kolben trug (beide waren mässig gut entwickelt), war die Hälfte der Körner glatt, die Hälfte runzlig, ziemlich viele nur fein gerunzelt oder fast glatt, im Uebrigen von typischer *dulcis*-Beschaffenheit. Genaue Zählungen habe ich nicht angestellt.

Nur die Kolben der ersten Pflanze verhalten sich so, wie es die Spaltungs- und die Prävalenzregel verlangt, die des zweiten entsprechen genau denen des nächsten Versuches (111); es unterliegt mir keinem Zweifel, dass hier irgend eine Verwechslung unterlaufen ist.

Vers. 111. 5. ♀ (♀ *R. rubra* + ♂ *R. dulcis*) + ♂ *R. dulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.

Rothe, glatte Körner (von Vers. 107).

Von 3 Pflanzen, die castrirt und der Betäubung durch den Pollen der *R. dulcis* überlassen worden waren, brachten zwei Kolben mit gelblichen Fruchtschalen, eine Kolben mit tiefrothen, je einen bis zwei, mangelhafte bis vollkommene. Bei allen war annähernd die eine Hälfte der Körner glatt, die andere runzelig; genaue Zählungen wurden nur an denen von zwei Individuen gemacht; die Resultate sind in der untenstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 38.

Nummer der Kolben.	I, 1.	I, 2.	I, 1, 2. W ¹⁾ .	II, 1.	II, 2.	II, 1, 2 R ¹⁾ .	I, II.			
glatt	53	52	105	50%	80	8	88	c. 50%	193	50.1%
runzelig	55	50	105	50%	66	21	87	c. 50%	192	49.9%

Die Regeln verlangen 50% glatte und 50% runzelige Körner. — Bei dem dritten Individuum waren besonders viele Körner auffällig wenig runzelig, aber auch hier durchsichtig, und das Reservematerial wie bei der *R. dulcis* beschaffen.

14 Körner, 7 glatte und 7 runzelige, des Individuum I wogen durchschnittlich je 317 mgr; die glatten je 346 mgr, die runzeligen je 288 mgr. Die runzeligen sind also wesentlich leichter, wie die der *R. dulcis* leichter sind als die der *R. rubra*. Das ist durch die Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm bedingt (vergl. p. 111).

IX. *R. dulcis* + *R. vulgata*.

Erste Generation.

Vers. 112. 1. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. dulcis*. Bestäubt mit eigenem Pollen. (Fortsetzung von Vers. 56).

Ich erzog 4 Pflanzen, die sich gegenseitig bestäuben durften. Sie trugen je einen oder zwei Kolben von ausgesprochenem *vulgata*-Habitus, bis 17,5 cm

¹⁾ W = Fruchtschale gelblich, R = Fruchtschale roth.

lang; die meisten wurden nicht ganz reif, weil die Aussaat zu spät gemacht worden war. Bei allen Kolben war die Mehrzahl der Körner, etwa $\frac{3}{4}$, glatt, die Minderzahl, etwa $\frac{1}{4}$, runzelig. Die Farbe des Endosperms schwankte bei den glatten und den runzeligen Körnern zwischen intensivem Gelb und blass Gelblich; annähernd rein weisse Körner, wie bei der *R. alba*, kamen nicht vor, aber nur deshalb, weil die Fruchtschale die dunklere *dulcis*-Nuance (p. 115) besass. Bei den runzeligen Körnern war die Grenze zwischen gelblichen und gelben gar nicht zu ziehen, in der folgenden Tabelle sind deshalb auch nur für die glatten Körner des reifsten Kolbens die Farben angegeben.

Tabelle 39.

Nummer der Kolben.	I.		II.		III.		IV.		I—IV.	
runzelig	47	18%	53	25,6%	45	24,2%	51	22,8%	196	22,1%
glatt	214	82%	154	74,4%	142	75,8%	173	77,2%	683	77,9%
und zwar:										
gelblich	52	24,3%								
gelb	162	75,7%								

Das Ergebniss stimmt also ganz gut mit dem, was nach den MENDEL'schen Regeln zu erwarten war: $\frac{1}{4}$ der Körner musste runzelig sein und $\frac{1}{4}$ weiss resp. gelblich.

X. *R. coeruleodulcis* + *R. vulgata*.

Erste Generation.

Vers. 113. 1. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. coeruleodulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.

Blaue Körner (die also die Befruchtung durch die *R. coeruleodulcis* deutlich verriethen. Fortsetzung von Vers. 60.)

4 Pflanzen wurden castrirt und der Bestäubung durch die *R. dulcis* überlassen; sie gaben 5 lange, schlanke Kolben, die sehr mangelhaft entwickelt waren, zum Theil nur ein einzelnes Korn trugen. Die Körner gehörten a c h t e r l e i Typen an, es gab:

- 1) glatte, blaue Körner mit gelbem Endosperm,
- 2) glatte, blaue Körner mit weissem Endosperm,
- 3) glatte, gelbe Körner,
- 4) glatte, weisse Körner,
- 5) runzelige, blaue Körner mit gelbem Endosperm,
- 6) runzelige, blaue Körner mit weissem Endosperm,
- 7) runzelige, gelbe Körner,
- 8) runzelige weisse Körner.

Dazwischen gab es Mittelfärbungen zwischen gelb und weiss, bei den runzeligen Körnern war die Feststellung der Farbe besonders schwierig,

wegen des ohnehin gelblichen Tones des weissen Endosperms. Einzelne Körner waren nahezu glatt, ihre Durchsichtigkeit kennzeichnete sie aber dennoch als zum *saccharata*-Typus gehörig. Deutliche Uebergänge zwischen Blau und Nichtblau (Scheckung oder blassere, aber homogene Färbung) kamen nicht vor.

Vers. 114. 2. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. coeruleodulcis*. Bestäubt mit der *R. dulcis*.

Gelbe Körner (die also die Befruchtung durch die *R. coeruleodulcis* äusserlich nicht, oder doch nicht deutlich verriethen. Fortsetzung von Vers. 60).

2 Pflanzen wurden castrirt und der Bestäubung durch die *R. dulcis* überlassen. Eine brachte an einem langen Kolben ein einziges Korn, die andere zwei lange, mangelhaft entwickelte Kolben. Die Körner gehörten denselben 8 Typen an, wie jene der Kolben des vorhergehenden Versuches. Dass die Blauen etwas häufiger waren, als bei jenem, ist sicher nur Zufall. In Hinsicht auf die Uebergänge verhielten sich beiderlei Kolben gleich.

Die nachstehende Tabelle bringt das Ergebniss meiner Zählungen an allen Kolben beider Versuche (113 und 114). Der Einfachheit halber sind auch gleich die Procentzahlen hinzugesetzt, die sich aus der Spaltungs- und Prävalenzregel berechnen lassen. Bei den blauen Körnern blieb die Farbe des Endosperms unberücksichtigt.

Tabelle 40.

Nummer des Versuches.	113.		114.		113 und 114.		Berechnet in %.	
glatt, blau, Endosp. gelb	11	36	47	21,8%	12,5	} 25		
glatt, blau, Endosp. weiss					12,5			
glatt, gelb	10	21	31	14,4%	12,5		12,5	
glatt, weiss	9	18	27	12,5%	12,5		12,5	
runzelig, blau, End. gelb	17	41	58	26,8%	12,5	} 25		
runzelig, blau, End. weiss					12,5			
runzelig, gelb	3	25	28	12,9%	12,5		12,5	
runzelig, weiss	6	19	25	11,5%	12,5		12,5	

Die berechneten und die beobachteten Zahlen stimmen so gut, als es bei der Kleinheit der letzteren erwartet werden kann. Noch besser stimmen freilich die für die einzelnen Merkmalspaare, wie Tabelle 41 zeigt.

Vers. 115. 3. ♀ *R. vulgata* + ♂ *R. coeruleodulcis*. Bestäubt mit der *R. coeruleodulcis*.

Blaue Körner (wie bei Vers. 113).

Die zwei castrirten und mit dem Pollen der *R. coeruleodulcis* bestäubten Pflanzen gaben je einen Kolben vom Habitus der *R. coeruleodulcis*, einer war

Tabelle 41.

Nummer des Versuches.	113.		114.		113 und 114.		Berechnet.
1) K nicht blau K blau	28	50%	83	51,9%	111	51,6%	50%
	28	50%	77	48,1%	105	48,4%	50%
2) E weiss E gelb	15	53,6%	37	44,6%	52	46,8%	50%
	13	46,4%	46	55,4%	59	53,2%	50%
3) E runzelig E glatt	26	46,4%	85	53,1%	111	51,4%	50%
	30	53,6%	75	47,9%	105	48,6%	50%

der längste, den ich je sah (23,5 cm). Beide waren nicht sehr gut besetzt, immerhin besser als die der zwei vorhergehenden Versuche, und zeigten auch dieselben achterlei Körner, nur dass, wie begreiflich, die dort des Blauen entbehrenden 50% hier als Xenien mehr oder weniger blau gefleckt und blau überlaufen waren, bis zu tiefem Blau. Genauere Zählungen habe ich aber nicht ausgeführt.

Bei 10 Körnern eines Kolbens wurde die Kleberschicht untersucht. Bei dreien, wohl nur zufällig lauter runzeligen, waren die Kleberzellen relativ niedrig und breit, wie bei der *R. vulgata*, bei zweien, einem glatten und einem runzeligen, relativ hoch und schmal wie bei der *R. coeruleodulcis*, bei drei glatten intermediär, aber mehr denen der *R. vulgata* ähnlich, bei zwei, einem glatten und einem runzeligen, intermediär, aber denen der *R. coeruleodulcis* ähnlicher. Es geht hieraus sicher hervor, dass die Form der Kleberzellen homodyname, aber schizogone Merkmalspaare bildet, dass also für sie nur die Spaltungsregel gilt.

XI. *R. acuminata* + *R. alba*.

Erste Generation.

Vers. 116. 1. ♀ *R. alba* + ♂ *R. acuminata*. Bestäubt mit der *R. alba*.

Dunkelgelbe Körner. (Fortsetzung von Vers. 65.)

6 Pflanzen wurden zur rechten Zeit castrirt und der Bestäubung durch die *R. alba* überlassen. Eine blieb steril; die 5 anderen brachten je einen Kolben, durchschnittlich länger und schlanker als bei der *R. alba*, gut bis mangelhaft entwickelt. Die Form der Körner war bei den einzelnen Kolben stets die gleiche, differirte sonst aber wesentlich; bei drei Kolben entsprach sie fast ganz der *R. alba*, nur dass die etwas vorspringende, stechende Griffelbasis noch an die der *R. acuminata* erinnerte (Textfig. 33), bei zweien

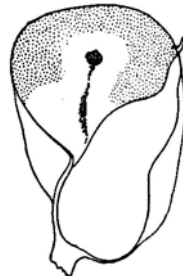


Fig. 33. Bastardkorn. *R. acuminata* + *R. alba*, I. Generation (Vers. 116). Runder Typus, mittlere Färbung (hellgelb). Sagittalschnitt. Der mehligthe Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. ($\frac{40}{10}$.)

dagegen waren die Spitzen noch deutlich vorgezogen (Textfig. 34). Dem Gewichte nach waren die Körner von denen der *R. alba* kaum verschieden, eher schwerer¹⁾. Das Endosperm war bei etwa der Hälfte weiss oder blass gelblich, bei etwa der Hälfte deutlich gelb bis gelborange, mittlere Färbung nicht selten. Das Resultat der Zählungen an 3 schlecht entwickelten Kolben ist in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 42.

Nummer des Kolbens.	I.	II.	III.	I—III.	
weiss	46	8	13	67	} 46,9%
mittel	10	3	1	14	
gelb	44	7	11	62	

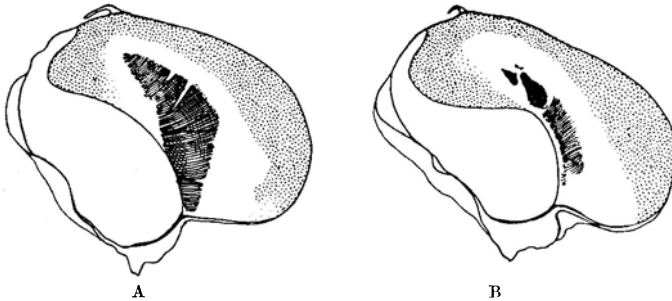


Fig. 34. Bastardkörner. *R. acuminata* + *R. alba*, I. Generation (Vers. 116). Etwas spitzer Typus; A weiss, B gelb. Sagittalschnitte. Der mehligte Theil des Endosperms ist weiss gelassen, der hornige punktirt. (⁴⁰/₁₀.)

Von zwei Kolben wurden einige Körner gewogen, das Resultat bringt Tabelle 43; zur Vergleichung sind gleich die für die Elternrassen ermittelten Zahlen hinzugefügt.

Vers. 117. 2. ♀ *R. alba* + ♂ *R. acuminata*. Bestäubt mit der *R. alba*. Hellgelbe Körner (Fortsetzung von Vers. 65).

Der Versuch (mit 2 Pflanzen) gab dasselbe Resultat wie der vorhergehende (Vers. 116).

Das Merkmalspaar von der Farbe des Endosperms ist also schizogon und annähernd, aber nicht ganz, heterodynam, das Merkmalspaar von der Gestalt der Körner homodynam (und wahrscheinlich homöogon, vergl. p. 108), das Merkmalspaar von der Grösse der Körner scheinbar heterodynam, in Wahrheit wohl homodynam (und wahrscheinlich homöogon).

¹⁾ Es beruhte das gewiss auf dem günstigen Einfluss der Fremdbestäubung, der hier sogar cumulirt ist [*alba* + *acuminata* + *alba*]; schon in der zweiten Generation wäre das Gewicht der Körner sicher intermediär gewesen.

Tabelle 43.

<i>R. acuminata.</i>			Bastard.			<i>R. alba.</i>		
No.	Zahl der Körner	mgr	No.	Zahl der Körner	mgr	No.	Zahl der Körner	mgr
1 ¹	10	127	1	12	317	1 ¹	10	203
1	30	130	1 ¹	6 weiss	317,2	1	20	226
2	10	168	1 ²	6 gelb	317,7	2	10	289
3 ¹	20	194	2	6	441	3	10	319
3	25	199	2 ¹	2 weiss	441	4	24	322
			2 ²	4 gelb	441	5	100	329
						6	100	368
						7	21	379
						8	20	393
						9	10	403
						10	12	410
						11	48	441
						11 ¹	16	462

Mittel ca. 166.

Mittel ca. 379.

Mittel ca. 353.

Textfig. 33, 34.

II. Tripelbastarde.

XII. *R. alba* + *R. cyanea* + *R. dulcis*.

♀ (♀ *R. cyanea* + ♂ *R. alba*) + ♂ *R. dulcis*.

Die Bildung des Tripelbastardes ist als Vers. 80 beschrieben worden.

Erste Generation des Tripelbastardes.

Vers. 118. 1. Weisse Körner (von Vers. 80). Bestäubt mit eigenem Pollen.

Ich erzog 6 Pflanzen, die sich gegenseitig bestäuben konnten. Ausserdem stäubte ein Individuum, das dazwischen aus einem blauen Korn derselben Abstammung gezogen und aus Versehen ein wenig zu spät castrirt wurde. Ich erhielt 11 zum Theil mangelhaft entwickelte Kolben — von einer Pflanze 3 —, etwa $\frac{3}{4}$ der Körner waren ganz glatt, $\frac{1}{4}$ runzelig, die Kleberschicht war bei fast allen (940) Körnern weiss, nur bei 4 homogen und intensiv blau. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese 4 blauen Körner Xenien waren, entstanden durch die schon erwähnte Unvorsichtigkeit bei der Castration; der entsprechende, absichtlich gemachte Versuch (120) lehrt, dass nicht mehr als etwa 8 Körner durch den fremden Pollen entstanden sein können (noch nicht 1%), und dass dieser an und für sich geringe Fehler in dem Hauptpunkt — dem Verhältniss der glatten und runzeligen Körner — keinen Einfluss gehabt haben kann. Nachstehende Tabelle giebt das Resultat meiner Zählungen.

Tabelle 44.

Nummer der Kolben.	I.		II.	III.			IV.		V.	VII.	I—VII.	Be- rech- net
	a.	b.		a.	b.	c.	a.	b.				
weiss und glatt	133	1	97	150	27	16	106	15	73	79	697	} 74,2% 75%
blau und glatt	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	3	
weiss u. runzelig	42	1	47	53	9	5	31	3	24	28	243	} 25,8% 25%
blau u. runzelig	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	

Es trat also genau das ein, was nach der Spaltungs- und Prävalenzregel zu erwarten war. Der Tripelbastard aus weissen Körnern entspricht ganz dem einfachen Bastard *alba + dulcis*.

Vers. 119. 2. Blaue Körner (von Vers. 80). Bestäubt mit eigenem Pollen.

Von 4 Pflanzen, die sich gegenseitig bestäuben konnten, erhielt ich je einen mittelgrossen Kolben, dessen obere Körner oft stecken geblieben waren. Die gutentwickelten Körner gehörten vier Typen an:

1) blau, glatt, 2) weiss, glatt, 3) blau, runzelig, 4) weiss, runzelig.

Es musste sofort auffallen, dass die blauen, glatten Körner am zahlreichsten, die weissen, runzeligen am seltensten waren, und dass weisse, glatte und blaue, runzelige annähernd gleich häufig vorkamen. Uebergänge gab es nur zwischen blauen und weissen Körnern, sie waren selten und beschränkten sich darauf, dass ein sonst blaues Korn einen oder einige hellere Flecken aufwies. — Die Zählungen ergaben die in Tabelle 45 zusammengestellten Resultate:

Tabelle 45.

Nummer der Kolben.	I.	II.	III.	IV.	I—IV.	
blau, glatt	66	80	126	27	} 308	56,5%
blau mit etwas weiss, glatt	1	3	5	—		
weiss, glatt	19	30	37	10	96	17,6%
blau, runzelig	21	28	43	12	104	19,1%
weiss, runzelig	7	13	14	3	37	6,8%

Auch hier stimmt das Ergebniss mit dem überein, was nach den MENDEL'schen Regeln zu erwarten war: 75% der Körner sind glatt, 25% runzelig, 75% sind blau, 25% weiss; und 75% von den glatten sind blau, wie 75% von den runzeligen blau sind. Der Tripelbastard aus blauen Körnern entspricht genau dem einfachen Bastard *cyanea + dulcis* oder *alba + coeruleodulcis*.

Zum Beweis des eben Gesagten stelle ich die Zahlen nochmals zusammen.

Tabelle 46.

	Beobachtet.		Berechnet.		Beobachtet.		Berechnet.
blau	412	75,6%	75%	blau und glatt	308	56,5%	56,25%
weiss	133	24,4%	25%	weiss und glatt	96	17,6%	18,75%
glatt	404	74,1%	75%	blau und runzelig	104	19,1%	18,75%
runzelig	141	25,9%	25%	weiss und runzelig	37	6,8%	6,25%

Fig. 14, Taf. II.

Vers. 120. 3. Weisse Körner (von Vers. 80). Bestäubt mit dem Pollen von Pflanzen, die aus **blauen** Körnern desselben Versuches (80) erwachsen waren.

4 Pflanzen wurden castrirt, und in der angegebenen Weise bestäubt; sie brachten je einen, zuweilen etwas mangelhaften Kolben. Die Mehrzahl der Körner war glatt, die Minderzahl runzelig, etwa die Hälfte war blau, die andere Hälfte weiss — ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit des Endosperms. Die allermeisten blauen Körner waren gleichmässig und stark blau gefärbt, nur einzelne zu $\frac{2}{5}$ oder $\frac{2}{7}$ weiss. Die untenstehende Tabelle giebt die Resultate meiner Zählungen wieder.

Tabelle 47.

Nummer der Kolben.	I.	II.	III.	IV.	I—IV.	
blau, glatt	19	28	46	44	137	} 41,4%
blau mit etwas weiss, glatt	—	—	1	1	2	
weiss, glatt	20	20	29	45	114	33,9%
blau, runzelig	3	3	20	16	42	12,5%
weiss, runzelig	7	3	18	13	41	12,2%

Auch dieses Ergebniss stimmt ganz gut mit dem, was die MENDEL'schen Regeln erwarten lassen. Im einen Merkmalspaar, der chemischen Beschaffenheit des Endosperms, stimmen die ♀ und die ♂ Keimzellen überein; es müssen also, wie bei Selbstbestäubung, 75% der Körner glatt, 25% der Körner runzelig ausfallen. Im andern, der Farbe der Kleberschicht, differiren sie; die ♀ haben, wie Versuch 118 lehrt, nur mehr die Anlage für weiss, die ♂ aber, wie aus Versuch 119 hervorgeht, in 50% der Pollenkörner die für blau und in 50% der Pollenkörner die für weiss; also kann die Hälfte der Körner blau, die Hälfte weiss ausfallen, unabhängig von der Beschaffenheit des Endosperms. Dazu stimmen auch die Zahlen ganz ordentlich, wie die nachstehende Tabelle zeigt.

Tabelle 48.

	Beobachtet.		Berechnet.		Beobachtet.		Berechnet.
blau	181	53,9%	50%	blau und glatt	141	41,4%	37,5%
weiss	155	46,1%	50%	weiss und glatt	114	33,9%	37,5%
glatt	253	75,7%	75%	blau und runzelig	42	12,5%	12,5%
runzelig	83	24,3%	25%	weiss und runzelig	41	12,2%	12,5%

Es muss auffallen, dass die blauen Körner, die doch „Xenienkörner“ sind, sich so wesentlich anders verhalten, als jene, die bei Bestäubung der *R. alba* mit dem Pollen der *R. cyanea* entstehen: Hier fast alle Körner homogen und tief blau, dort nur bei der Hälfte alle möglichen Uebergänge von reinem Weiss zu homogenem Blau, aber homogen und tief blaue Körner selten. Während dort das Merkmalspaar deutlich homodynam ist, ist es hier fast heterodynam. Die abgespaltene Anlage für Blau ist der abgespaltenen für Weiss gegenüber gleichmässig stärker geworden, während sie der reinen Anlage für Weiss gegenüber schwächer ist, wie wir gleich sehen werden (Vers. 125).

Fig. 13, Taf. II.

Vers. 121. 4. Blaue Körner (von Vers. 80). Bestäubt mit dem Pollen von Pflanzen, die aus weissen Körnern desselben Versuches (80) erwachsen waren.

8 rechtzeitig castrirte Pflanzen wurden in der angegebenen Weise bestäubt. Sie trugen je einen bis 4, zum Theil sehr gut entwickelte Kolben, deren Körner sich genau so verhielten, wie bei dem umgekehrten Versuch (120): etwa $\frac{3}{4}$ waren glatt und $\frac{1}{4}$ runzelig, und $\frac{1}{2}$ blau und $\frac{1}{2}$ weiss; die Art, wie das Blau auftrat, war die gleiche. Die nachstehende Tabelle giebt zunächst die Resultate meiner Zählungen an den Kolben von 5 Pflanzen (I, II, III, IV, VII) wieder.

Tabelle 49.

Nummer der Kolben	I.	II.	III.		IV.		VII.	I, II, III, IV, VII.		
			a. b.	a. b.	a. b.	a. b.				
blau, glatt	100	67	86	57	143	60	53	113	8	431
blau mit etwas weiss, glatt	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1
weiss, glatt	71	64	78	58	136	74	55	129	6	406
blau, runzelig	30	15	30	21	51	21	16	37	2	135
weiss, runzelig	24	18	21	25	46	20	16	36	2	126
	44,5%	40,9%	38,2%			35,9%			44,5%	39,3%
	31,6%	39,0%	36,1%			41,0%			33,3%	36,9%
	13,3%	9,1%	13,5%			17,7%			11,1%	12,3%
	10,6%	11,0%	12,2%			11,4%			11,1%	11,5%

Auch dieses Ergebniss stimmt annähernd mit dem, was man aus den Regeln ableiten kann, und zwar in derselben Weise, wie bei dem vorigen Versuch (120), nur dass hier die ♀ in 50% der Fälle die Anlage für Blau, in 50% der Fälle die für Weiss haben, während alle ♂ nur mehr die Anlage für Weiss besitzen. Die Tabelle 50 zeigt das.

Tabelle 50.

	Beobachtet.		Berechnet.		Beobachtet.		Berechnet.
blau	567	51,6%	50%	blau und glatt	432	39,3%	37,5%
weiss	532	48,4%	50%	weiss und glatt	406	36,9%	37,5%
glatt	838	76,2%	75%	blau und runzelig	135	12,3%	12,5%
runzelig	261	23,7%	25%	weiss und runzelig	126	11,5%	12,5%

Dass auch hier die Uebergänge zwischen weissen und blauen Körnern fast fehlen, nimmt uns nach dem Verhalten der *R. cyanea* bei der Bestäubung mit der *R. alba*, oder der *R. coeruleodulcis* mit der *R. dulcis*, nicht so Wunder, wie bei Vers. 120, beruht aber auch hier auf einer Verschiebung des Stärkeverhältnisses, die bei der Abspaltung der Anlagen eintrat.

Die Kolben der 3 übrigen Pflanzen zeigen beträchtliche Abweichungen, aber nur in der Vertheilung des Blau; bei einer ist die Procentzahl der blauen Körner wesentlich kleiner (sie beträgt etwa 25%), bei zwei dagegen merklich grösser (sie beträgt etwa 70%). Ich theile auch hier die Zählungen in Tabellenform mit.

Tabelle 51.

Nummer des Kolbens	VIII.	V.			VI.
		a.	b, c, d.	a, b, c, d.	
blau, glatt	14	57	70	127	46
blau mit etwas weiss, glatt	—	1	—	1	—
weiss, glatt	46	23	28	51	21
blau, runzelig	5	14	24	38	19
weiss, runzelig	10	8	5	13	8
		18,7%		55,6%	48,9%
		61,3%		22,2%	22,3%
		6,7%		16,5%	20,2%
		13,3%		5,7%	8,5%

Die Deutung dieser Abweichungen ist fraglich; sie sind bei so grossen Zahlen beobachtet, dass man wenig geneigt ist, sie als zufällig aufzufassen. Das Ueberwiegen des Blau bei Pflanze V und VI mag vielleicht darauf zurückzuführen sein, dass eine der 8 Pflanzen zu spät castrirt wurde und etwas stäubte, wie bei Versuch 118 angegeben worden ist.

Von einem der in die erste Gruppe gehörenden Kolben (III, a) habe ich eine Anzahl Körner erst lufttrocken, dann nach 48stündigem Einquellen in destillirtem Wasser gewogen, sie hierauf (also vor dem Beginn der Keimung) zerlegt, die einzelnen Bestandtheile bei 100° getrocknet und gewogen; die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle (Durchschnittsgewichte pro Korn) zusammengefasst.

Tabelle 52.

Zahl der Körner.	Farbe und Beschaffenheit der Körner.	Gewicht in mgr. lufttrocken.		Gewicht in mgr. aufgeweicht.		Trockengewicht (100°)					
						Fruchtschale mgr		Endosperm mgr		Embryo mgr	
						%	relativ	%	relativ	%	relativ
11	blau, glatt	373,4	100	556,4	100	18,8	5,5	279,1	87,1	41,3	12,9
11	weiss, glatt	365,5	97,9	530,0	95,3	18,5	5,6	272,0	86,7	40,8	13,3
10	blau, runzelig	298,8	80	532	95,6	19,8	7,3	201,8	80,2	49,8	19,8
10	weiss, runzelig	285,9	76,6	511	91,8	19,2	7,1	199,7	80,3	49,1	19,7
	zusammen:										
22	glatt	369,5	100	543	100	18,7	5,6	275,6	86,9	41,1	13,1
20	runzelig	292,4	79,1	527	97,1	19,5	7,2	200,8	80,3	49,5	19,7

Die Wägungen zeigen also, dass mit der chemischen Beschaffenheit des Endosperms auch die übrigen Eigenschaften der Zuckermaiskörner untrennbar ver-

bunden sind, das grössere relative Trockengewicht der Fruchtschale, das kleinere des Endosperms, das grössere des Embryo; wir haben schon gesehen (p. 78), dass diese Merkmale nicht „conjugirt“, sondern „ganz unselbständig“ sind. Zu beachten bleibt freilich, dass auch das absolute Gewicht des Embryo und, wensschon weniger auffällig, das der Fruchtschale bei den runzeligen Körnern grösser ist, als bei den glatten. Das deutet darauf hin, dass dem Volum nach die eben reifen Zuckermaiskörner grösser sein dürften, wenn sie auch trocken so viel leichter sind. Leider habe ich auf diesen Punkt nicht rechtzeitig geachtet.

Vers. 122. 5. Weisse Körner (von Vers. 80). Bestäubt mit der *R. alba*.

5 Pflanzen wurden rechtzeitig castrirt und in der angegebenen Weise bestäubt. Ich erhielt 9 Kolben, die mässig gut bis sehr unvollkommen entwickelt waren und lauter glatte, weisse Körner trugen. Die 50%, die Xenien sein mussten, liessen sich in keiner Weise unterscheiden.

Vers. 123. 6. Blaue Körner (von Vers. 80). Bestäubt mit der *R. alba*.

5 Pflanzen wurden rechtzeitig castrirt und der Bestäubung durch die *R. alba* überlassen; sie trugen 7 mässig gut bis schlecht entwickelte Kolben mit zusammen 502 Körnern. Diese waren alle, bis auf eines, glatt, die 50%, die schon der Anlage nach glatt waren, liessen sich von den 50%, die als Xenien glatt geworden sein mussten, in keiner Weise unterscheiden. Das eine runzelige Korn verdankt seine Ausbildung sicher einem angeflogenen Pollenkorn (der *R. dulcis* oder einer der Pflanzen von Vers. 118 bis 121). Dagegen war die Kleberschicht nur bei etwa 50% der Körner mehr oder weniger blau, bei den andern 50% jedoch ganz weiss. Ganz blau waren nur relativ wenig Körner, die meisten ziemlich stark blau, homogen oder gefleckt. Das Ergebniss meiner Zählungen ist in Tabelle 53 zusammengestellt; die Abgrenzung der 4 Klassen der blauen Körner ist natürlich auch hier keine scharfe, doch wurde die Zahl der ganz blauen eher zu gross als zu klein genommen.

Tabelle 53.

Nummer der Kolben.	I a.	I b.	I a, b.	II.	III a.	III b.	IV.	V a.	V b.	V a, b.	I—V.	Be- rechnet.	
weiss mehr oder we- niger blau und zwar:	42	70	112	43	4	1	25	36	22	58	247 ¹⁾	49,2%	50%
etwas blau mittel	1	2	3	2	1	—	—	3	3	6	12	4,8%	
stark blau	10	14	24	14	1	—	6	3	—	3	48	19,1%	
ganz blau	11	14	25	29	2	—	14	17	13	30	100	39,9%	
	19	30	49	12	2	—	10	13	5	18	91	36,2%	

¹⁾ Hier wurden vier weisse und vier blaue Körner, die zur Aussaat benutzt worden waren, hinzugezählt.

Bei den beiden letzten Versuchen stimmt das Ergebniss ganz mit dem überein, was nach den MENDEL'schen Regeln zu erwarten war.

Die eine Hälfte der ♀ Sexualzellen besass die Anlage für runzeliges Endosperm, die andere die für glattes; in Folge der Bestäubung mit dem *alba*-Pollen, der nur die (dominirende) Anlage für glattes besitzt, gab es lauter glatte Körner, bei 50% als Xenien.

Bei Versuch 122 besaßen ferner alle ♀ Keimzellen nur die Anlage für eine weisse Kleberschicht, und da die ♂ der *R. alba* auch nur diese besitzen, so mussten alle Körner weiss werden. Dagegen besass bei Vers. 123 die eine Hälfte der ♀ Keimzellen die Anlage für eine blaue Kleberschicht, die andere die für eine weisse; in Folge der Bestäubung mit dem *alba*-Pollen, der nur die Anlage für eine weisse besitzt, gab es 50% rein weisse und 50% mehr oder weniger blaue Körner, und zwar, da das Blau nicht in demselben Grade über das Weiss dominirt, wie die „Glätte“ der Körner über ihre „Runzeligkeit“, in allen Abstufungen.

Vergleicht man dies letzte Ergebniss mit dem von Versuch 121, wo die den Pollen liefernden Pflanzen die Anlage für eine blaue Kleberschicht auch nicht (mehr) enthielten, so muss auffallen, dass sich dort die Anlage für Blau in den 50% ♀ Sexualzellen fast stets voll entfaltete, während sie das hier nur bei etwa $\frac{1}{3}$ der Fälle thut und sonst von der Anlage für Weiss mehr oder weniger stark zurückgedrängt wird.

Vers. 124. 7. *R. alba*, bestäubt mit dem Pollen der aus weissen Körnern (von Vers. 80) gezogenen Bastarde.

Von 2 rechtzeitig castrirten Pflanzen erhielt ich durch die oben angegebene Bestäubung nur je einen ziemlich mangelhaften Kolben mit völlig unveränderten Körnern, ganz wie es nach Vers. 118 zu erwarten war.

Vers. 125. 8. *R. alba*, bestäubt mit dem Pollen der aus blauen Körnern (von Vers. 80) gezogenen Bastarde.

Von mehreren rechtzeitig castrirten Pflanzen erhielt ich in der oben angegebenen Weise nur einen sehr kleinen und sehr mangelhaften Kolben, von dessen 17 Körnern 10 (also 58,8%) unverändert waren, während 7 (also 41,2%) mehr oder weniger blau geworden waren; kein einziges Korn war ganz blau.

Zweite Generation.

a. Nachkommenschaft von Vers. 118.

Vers. 126. 9. Weisse, glatte Körner. Bestäubt mit dem eigenen Pollen.

6 Pflanzen wurden bei einem Handlungsgärtner gezogen und konnten sich selbst bestäuben. Im selben, grossen Garten stunden, möglichst weit ent-

fernt, die 5 Pflanzen des folgenden Versuches, die das Ergebniss nicht störten (und auch erst in der folgenden Generation hätten stören können). Eine Pflanze blühte, blieb aber steril, die 5 andern gaben zusammen 7 Kolben, theils ganz vollkommene, theils mangelhaft entwickelte. Bei 3 Pflanzen mit zusammen 4 Kolben waren alle Körner weiss und glatt (zusammen etwa 500), bei 2 mit zusammen 3 Kolben war die Mehrzahl der Körner weiss und glatt, eine Minderzahl aber weiss und runzelig (Blau trat gar nicht mehr auf). Das Ergebniss meiner Zählungen an diesen 3 Kolben ist in Tabelle 54 zusammengestellt.

Tabelle 54.

Nummer der Kolben.	I.		III.			
			a.	b.	a, b.	
runzelig	3	2,96%	21	2	23	13,4%
glatt	98	97,04%	140	9	149	86,6%

Nach der Spaltungsregel war zu erwarten, dass ein Theil ($\frac{1}{3}$) der Pflanzen Kolben mit lauter weissen, glatten Körnern hervorbringen würde, ein anderer Theil ($\frac{2}{3}$) Kolben mit 75% weissen, glatten und 25% weissen, runzeligen Körnern. Die erste Klasse von Pflanzen stellte sich sicher ein, wenn auch in einer grösseren Zahl von Individuen, was gut vom Zufall abhängen kann; die zweite war gewiss auch vorhanden und durch die zwei zuletzt besprochenen Pflanzen (I, III) vertreten. Denn die zu geringe Zahl runzlicher Körner darf uns nicht stören, es wurden ja alle Pflanzen durcheinander gezogen, und unter diesen Verhältnissen sind (wie die zahlreichen Versuche mit isolirt gezogenen Pflanzen lehren, z. B. 100—103) die meisten Körner durch Fremdbefruchtung entstanden. Für diese stand aber nur noch eine Pflanze derselben Klasse neben 3 der andern Klasse zur Verfügung, es ist ganz natürlich, dass der Procentsatz an runzeligen Körnern durch Xenien stark herabgedrückt wurde.

Vers. 127. 10. Weisse, runzelige Körner. Bestäubt mit dem eigenen Pollen.

5 Pflanzen wurden bei einem Handelgärtner gezogen und der gegenseitigen Bestäubung überlassen. Im selben, grossen Garten standen die 6 Pflanzen von Versuch 126, die aber keinen schädlichen Einfluss hatten (die Wahrscheinlichkeit, dass er sofort entdeckt worden wäre, wäre für jedes einzelne Korn $\frac{9}{10}$ gewesen). Ausserdem musste irgendwo in der Nähe die *R. vulgata* gezogen worden sein, denn ein Korn war eine *vulgata*-Xenie; wir vernachlässigen es im Folgenden. — 2 Pflanzen blühten, blieben aber steril, die 3 andern brachten je einen Kolben hervor, zwei vollkommen entwickelte und einen fast leeren. Alle Körner waren weiss und runzelig, ganz wie es die Spaltungsregel verlangte, da die Anlage für „runzelig“ ja recessiv ist.

b. Nachkommenschaft von Versuch 119.

Vers. 128. 11. Blaue, glatte Körner. Bestäubt mit dem eigenen Pollen.

Der Versuch misslang. Von 5 Pflanzen, die bei einem Handelsgärtner auseinander gepflanzt wurden, und die reichlich blühten, erhielt ich nicht ein Korn.

Vers. 129. 12. Weisse, glatte Körner. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Von 5 Pflanzen, die ich bei einem Handelsgärtner ziemlich weit auseinander pflanzen liess, und die sich selbst bestäuben sollten, fielen 4 der Maulwurfgrille zum Opfer, die letzte brachte einen kurzen, schlecht besetzten Kolben. Von den 34 Körnern war eines glatt und gelb, es war zweifellos eine *vulgata*-Xenie, da in der Nähe diese Rasse gezogen wurde; die übrigen Körner waren alle weiss, die Mehrzahl, 28 (gleich 82,4%), glatt, die Minderzahl, 6 (gleich 17,6%), runzelig. Das Resultat war, wie es nach der Spaltungsregel erwartet werden konnte, das gleiche wie bei Versuch 126.

Vers. 130. 13. Blaue, runzelige Körner. Bestäubung mit eigenem Pollen.

Der Versuch misslang. Von mehreren ausgesäten Körnern erhielt ich nur zwei Pflanzen, die in einem Privatgarten untergebracht wurden. Eine davon kam gar nicht zum Blühen, die andere blühte rein ♀.

Vers. 131. 14. Weisse, runzelige Körner. Bestäubt mit eigenem Pollen.

Auch dieser Versuch misslang. Von 3 in einem Privatgarten isolirten Pflanzen blühten zwar alle, blieben aber völlig steril.

c. Nachkommenschaft von Versuch 120.

Vers. 132. 15. Blaue, glatte Körner. Bestäubt mit der *R. alba*.

Von 4 Pflanzen waren 3 rechtzeitig castrirt worden, die vierte wurde zunächst übersehen, so dass sie eine kurze Zeit lang stäubte. Da weder die sonst den Pollen liefernden Pflanzen der *R. alba* noch die Pflanzen von Versuch 133 und 135 etwas von blauen Xenien zeigten, kann das Versehen auch bei der Form, die uns hier beschäftigt, keinen sehr merklichen Fehler angerichtet haben. Eine Pflanze blieb steril, die übrigen 3 gaben zusammen 5 schlechte Kolben, an denen, alles in allem, 261 glatte Körner sassen. Davon waren 110 weiss (also 41,1%), und 151 blau (also 58,9%), bei allen 3 Individuen war das Verhältniss annähernd das gleiche, bei einer waren recht viele Körner homogen und intensiv blau (bei der, die sich selbst etwas bestäuben konnte), bei den beiden andern umgekehrt diese Körner seltener als die Abstufungen.

Ich gehe nicht näher auf die Zahlen ein, weil der Versuch in Folge des erwähnten Versehens doch nicht rein war.

Vers. 133. 16. Weisse, glatte Körner. Bestäubt mit der *R. alba*.

3 Pflanzen wurden castrirt und in der angegebenen Weise bestäubt. Im selben Quartier stäubte kurze Zeit hindurch auch eine Pflanze von Versuch 132, richtete aber offenbar keinen wesentlichen Schaden an. Ein Individuum blieb zwergig und steril, die zwei andern brachten zusammen 3 mittel-mässig bis schlecht entwickelte Kolben hervor, mit lauter weissen, glatten Körnern.

Vers. 134. 17. Blaue, runzelige Körner. Bestäubt mit der *R. alba*.

Der Versuch misslang. Von mehreren ausgesäten Körnern erhielt ich nur eine Pflanze, die, ohne zum Blühen zu kommen, einging.

Vers. 135. 18. Weisse, runzelige Körner. Bestäubt mit der *R. alba*.

Von verschiedenen ausgesäten Körnern erhielt ich nur eine Pflanze, die rechtzeitig castrirt und in der angegebenen Weise bestäubt wurde, sie trug zwei ziemlich unvollkommene Kolben mit lauter weissen, glatten Körnern.

Soweit die Versuche gelangen, stimmte ihr Ergebniss ganz mit dem überein, was nach den Regeln zu erwarten war.

d. Nachkommenschaft von Versuch 123.

Vers. 136. 19. Weisse (glatte) Körner. Bestäubt mit der *R. alba*.

4 Pflanzen wurden rechtzeitig castrirt und in der angegebenen Weise bestäubt. Sie trugen zusammen 5 zum Theil ganz gut entwickelte Kolben mit lauter weissen, glatten Körnern.

Vers. 137. 20. Blaue (glatte) Körner. Bestäubt mit der *R. alba*.

4 Pflanzen, die rechtzeitig castrirt und in der angegebenen Weise bestäubt worden waren, gaben 5 Kolben, darunter nur einen ganz vollkommenen, mit lauter glatten Körnern, von denen nur eine geringe Zahl, etwa 30%, eine mehr oder weniger blaue Kleberschicht besaßen; die meisten davon waren schwach blau oder blau gefleckt, nur wenige rein und tief blau. Die Ergebnisse meiner Zählungen sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt; dass die Abgrenzung der einzelnen Klassen für das Auftreten des Blau gar nicht scharf ist, brauche ich kaum zu bemerken; dagegen ist hervorzuheben, dass die Zahl der ganz blauen eher zu gross als zu klein genommen wurde.

Tabelle 55.

Nummer der Pflanze.	I, a, b.		II.		III.		IV.		I—IV.	
weiss	54	63,5%	98	73,1%	22	78,6%	7	63,6%	181	70,2%
mehr oder weniger blau	31	36,5%	36	26,9%	6	21,4%	4	36,4%	77	29,8%
und zwar:										
etwas blau	2		15		—		2		19	22,7%
mittel	1		6		5		—		12	15,6%
stark blau	10		5		—		2		17	22,1%
ganz blau	18		10		1		—		29	37,4%

Fig. 18, Taf. II.

Auch das Ergebniss dieser Versuche stimmt mit dem, was nach der Spaltungsregel geschehen musste, ziemlich gut überein. Auffallen muss freilich, dass nicht mehr Körner blau geblieben sind, vergl. dazu Vers. 123, p. 231 und 239.

X. Abschnitt.

Das Verhalten der einzelnen Merkmale einer Kategorie zu einander bei den Bastarden.

I. Die Form der Körner. — II. Die Grösse der Körner. — III. Die Farbe der Fruchtschale. — IV. Die Farbe des Endosperms. — V. Die Farbe der Kleberschicht. — VI. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm. — VII. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms. — VIII. Die Form der Kleberzellen. — IX. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm. — Das absolute Gewicht des Embryo. Die Grösse der Pflanzen. Die Grösse der Kolben. — Angaben aus der Litteratur. — Uebersicht.

Es sollen hier die einzelnen Kategorien in derselben Reihenfolge durchgesprochen werden, wie es in Abschnitt VII für die Xenien geschehen ist. Dabei soll so weit möglich auch geprüft werden, ob sich dasselbe Merkmal bei jeder Rasse, die es besitzt, gleich verhält. Zum Schluss wird noch das Verhalten einiger weiterer Kategorien kurz erwähnt werden.

I. Die Form der Körner.

1. Spitz + Rund.

R. acuminata + *R. alba* (Vers. 116 und 117). Die Form der Fruchtschale ist intermediär, aber variabel, selbst fast rund (und bleibt auch in der II. Generation intermediär).

Die Form der Fruchtschale giebt also homodyname, homöogene Merkmalspaare ab.

Die Form des Endosperms (und des Embryo) ist in der I. Generation die der Mutter, in der II. intermediär (ebenso in der III.). Der Grund, warum sie nicht schon in der I. intermediär ist, wurde p. 192 angegeben.

II. Die Grösse der Körner.

1. Gross + Klein.

R. alba + *R. nana* (Vers. 104—106): Die Grösse ist intermediär und bleibt auch in der II. Generation intermediär. (Die geringe Grössenabnahme in der II. erklärt sich als Folge der Inzucht, p. 111.)

2. Gross + Mittel.

R. acuminata + *R. alba* (Vers. 116 und 117): Die Grösse ist nicht mit Sicherheit als intermediär zu bezeichnen. Dem Gewicht nach sind die Körner gross, doch ist dies sehr wahrscheinlich nur eine Folge der Fremdbestäubung und sie wären in der II. Generation intermediär geworden.

Die Capacität der Fruchtschale giebt also homodyname, isogone Merkmalspaare ab.

Die Grösse des Endosperms und des Embryo ist in der I. Generation die der Mutter, in der II. intermediär, ebenso in der III. Der Grund, warum sie nicht schon in der I. intermediär ist, wurde p. 192 angegeben.

III. Die Farbe der Fruchtschale.

1. Roth + Blassgelb.

R. alba + *R. rubra* (Vers. 78): Die Fruchtschale ist roth, genau wie bei *R. rubra*, oder etwas heller.

R. cyanea + *R. rubra* (Vers. 83—86): Die Fruchtschale ist bei einem Theil der Pflanzen roth, genau wie bei *R. rubra*, bei einem Theil gelblich, wie bei *R. cyanea*; intermediäre Färbung oder Fleckung kommen nicht vor.

R. rubra + *R. vulgata* (Vers. 87—95): Wie vorige Verbindung. Die II. Generation bestand sowohl bei Aussaat von Körnern mit gelblicher, wie bei Aussaat von Körnern mit rother Fruchtschale aus Pflanzen mit rother und aus Pflanzen mit gelblicher Fruchtschale.

R. dulcis + *R. rubra* (Vers. 107—111): Wie vorige Verbindung. Hier brachten die durch die Bestäubung mit der *R. dulcis* gebildeten Körner mit gelblicher Fruchtschale als II. Generation nur Pflanzen mit gelblicher Fruchtschale.

Das Verhalten der I. Generation ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 56.

Nummer des Versuches.	I.	III.					IV.			VIII.	I, III, IV, VIII.	
	78.	83.	84.	85.	86.	87.	88.	89.	107.			
roth	3	3	1	1	1	2	2	5	4	22	50%	
gelblich	—	3	2	2	5	4	4	—	2	22	50%	

Nach den Angaben KOERNICKE'S (885, p. 348) wäre die rothe Fruchtschale ein dominierendes Merkmal. Damit wäre das Ergebniss meiner Versuche nur durch die Annahme vereinbar, dass die Kolben der *R. rubra*, die die Körner für die Pflanzen der Bastardirungsversuche geliefert haben, nicht durch Bestäubung mit der *R. rubra*, sondern durch Bestäubung mit der *R. alba* entstanden seien, dass also der Bastard *alba* + *rubra*, der in der I. Generation, wegen des Dominirens der rothen Fruchtschale, nicht von reiner *R. rubra* zu unterscheiden gewesen wäre, für die Versuche benützt worden sei. (Die Afterbestäubung durch jede der andern Rassen hätte sich in der I. Generation wenigstens bei einem der Versuche zeigen müssen). Es lägen dann Tripelbastarde vor und das beobachtete Verhalten des Roth wäre nicht das der I., sondern das der II. Generation gewesen.

Das ist jedoch sehr wenig wahrscheinlich, da die *R. rubra* sonst immer constant war.

Wären die Pflanzen von Versuch 87 und 88 isolirt und mit ihrem eigenen Pollen bestäubt worden, so hätte das Verhalten der II. Generation Aufschluss gegeben. So beweist es in diesem speciellen Punkt auch nichts. Ich lasse die Frage noch offen. Vielleicht ist das Merkmalspaar „dichodynam“, wie eines der „faux hybrides“ MILLARDET'S (p. 87 u. 252, ε).

IV. Die Farbe des Endosperms.

1. Weiss + Gelborange.

R. rubra + *R. vulgata* (Vers. 87—95): Wir haben schon gesehen (p. 148), dass das Merkmalspaar noch homodynam ist, dass aber das Gelb fast dominirt und das Weiss fast recessiv ist. Die weiteren Versuche bestätigen das und zeigen auch, dass die Spaltungsregel gilt, dass das Paar schizogon ist, und dass die Hälfte der ♀ und die Hälfte der ♂ Keimzellen nur mehr eine Anlage — für Gelb oder für Weiss — besitzen.

R. Philippi + *R. rubra* (Vers. 96): Der Versuch lehrt speciell, dass nur die Hälfte der Pollenkörner des Bastardes noch die Anlage für Gelb besitzt.

R. cyanea + *R. vulgata* (Vers. 97—103): Lehrt dasselbe, wie die beiden vorhergehenden Bastarde.

R. dulcis + *R. vulgata* (Vers. 112): Ebenso.

R. coeruleodulcis + *R. vulgata* (Vers. 113—115): Ebenso.

R. alba + *R. acuminata* (Vers. 116—117): Ebenso.

2. Weiss + Orange.

R. alba + *R. nana* (Vers. 104—106): Wie Weiss + Gelborange. Doch gaben die weissen Körner der I. Generation (deren Endosperm natürlich der II. angehörte) keine Körner von reiner *alba*-Farbe, sondern gelblichere.

Für die Farbe des Endosperms gilt also nur die Spaltungsregel, die Merkmalspaare sind schizogon, dagegen die Prävalenzregel nicht, sie sind homodynam, obwohl das Gelb viel stärker ist als das Weiss. Aus dem Bastard abgespalten, sind die Anlagen unter sich (und gegenüber der reinen Anlage für Weiss, Vers. 99) annähernd so stark wie vor ihrer Vereinigung.

V. Die Farbe der Kleberschicht.

1. Weiss + Blau.

R. alba + *R. cyanea* (Vers. 79—82): Das schwankende Stärkenverhältniss des Blau dem Weiss gegenüber haben wir schon besprochen (p. 142 u. f.); diese Versuche bestätigen das dort Gesagte und lehren, dass die Spaltungsregel gilt, dass also die Hälfte der ♀ und die Hälfte der ♂ Keimzellen nur mehr eine Anlage, die für Blau oder die für Weiss, besitzen.

R. cyanea + *R. rubra* (Vers. 83—86): Ebenso.

(*R. alba* + *R. cyanea*) + *R. dulcis* (Vers. 118—137): Ebenso.

2. Gelborange + Blau.

R. cyanea + *R. vulgata* (Vers. 97—103): Das schwankende Stärkenverhältniss zwischen Blau und Gelborange wurde schon besprochen (p. 149), diese Versuche bestätigen das dort Gesagte und lehren auch, dass die Spaltungsregel gilt.

R. coeruleodulcis + *R. vulgata* (Vers. 113—115): Ebenso.

Die Merkmalspaare von der Farbe der Kleberschicht sind also homodynam, wobei jedoch das Blau stärker ist als das Nichtblau, und schizogon.

Im Einzelnen ist das Verhalten des Blau, dem Nichtblau gegenüber, so verschieden — bei den verschiedenen Bastarden, bei der zweiten Generation gegenüber der ersten desselben Bastardes, und bei den Rückkreuzungen zu den Stammarten —, dass man zunächst keine Regeln wahrnimmt. Eine sorgfältigere Ueberlegung lässt aber doch solche erkennen, wie im Folgenden gezeigt werden soll. Es ergiebt sich dabei, dass das Stärkenverhältniss im Anlagenpaar Blau + Nichtblau nicht nur je nach der Rasse (und dem Individuum) verschieden ist, sondern auch durch die Coexistenz der Paarlinge im Bastard, oder bei ihrer Spaltung zur Zeit der Keimzellbildung, verändert wird.

Wir betrachten zunächst die Bastarde zwischen den Rassen *alba* (und *dulcis*) einerseits und *cyanea* andererseits.

Das Verhalten der ersten Generation, nach der Vereinigung der „reinen“ Anlagen für die Merkmale, ist p. 142 u. f. beschrieben worden. ♀ Weiss + ♂ Blau giebt Weiss oder, etwa in der Hälfte der Fälle, Weiss mit Blau in allen Abstufungen, selten rein Blau; ♀ Blau + ♂ Weiss giebt meist rein Blau. Tritt nun beim Bastard bei der Bildung der Keimzellen die Spaltung der Anlagen ein, so dass die Hälfte nur mehr die Anlage für Blau, die Hälfte nur mehr die für Weiss besitzt, so würde, falls sich die abgespaltenen Anlagen genau so verhielten, wie die reinen vor der Vereinigung, zu erwarten sein, dass etwa 50% der Körner ganz blau, 13% mehr oder weniger blau, in allen Abstufungen, und 37% ganz weiss würden. Denn in 25% der Fälle kommt ♀ Blau und ♂ Blau zusammen, das Resultat wäre Blau, ebenso bei jenen 25%, in denen ♀ Blau und ♂ Weiss zusammenkommen, zusammen 50%; von jenen 25% der Fälle, in denen ♀ Weiss und ♂ Blau sich vereinigen, würde die Hälfte, etwa 12,5%, Körner geben, die mehr oder weniger blau aussähen, die Hälfte, 12,5%, rein weisse, die mit den 25%, welche aus der Verbindung ♀ Weiss + ♂ Weiss hervorgehen und ebenfalls rein weiss ausfielen, etwa 37,5% ausmachen würden.

In Wirklichkeit sehen wir aber nur 25% der Körner weiss, 75% ganz blau werden und fast keine Uebergänge auftreten (Vers. 83, 84, 119). Daraus geht hervor, dass das Verhalten der Anlagen zu einander ein anderes ist nach der Spaltung, als vor ihr; die Anlage für Blau ist ungleich viel stärker geworden, als sie es vorher war, sie dominirt jetzt nahezu immer.

Zu dem gleichen Ergebniss führt auch die Betrachtung der Versuche 120 und 121; auch die Versuche 118 und 132 lehren das, soweit sie missglückten.

Wie das Stärkenverhältniss der abgespaltenen Anlagen zu einander ein anderes ist, so ist auch das der abgespaltenen Anlagen zu den „reinen“ ein anderes, als man erwarten könnte. Direct geprüft wurde nur das des abgespaltenen Blau zum reinen Weiss; das des abgespaltenen Weiss zum reinen Blau soll erst noch untersucht werden. ♀ Blau, abgespalten + ♂ Weiss, rein giebt nicht fast lauter ganz blaue Körner, wie ♀ Blau, rein + ♂ Weiss, rein, sondern alle Uebergänge (ähnlich ♀ Weiss, rein + ♂ Blau, rein), wie die Versuche 86, 123, 137 und der Versuch 132, soweit er gelang, lehren.

Der umgekehrte Versuch (125 : ♀ Weiss, rein + ♂ Blau, abgespalten) ist ungenügend ausgefallen, doch darf man dafür den Versuch 99 heranziehen, aus dem, ganz entsprechend, hervorgeht, dass die Anlage für Blau nach der Spaltung wesentlich schwächer ist, gegenüber der reinen für Weiss.

Als Erläuterung zu dem bisher Ausgeführten mag Fig. 35 dienen; sie zeigt das Stärkeverhältniss des reinen und des abgespaltenen Blau gegenüber dem reinen und dem abgespaltenen Weiss. Im Uebrigen vergleiche man die Figurenerklärung.

Eine Erwähnung für sich verlangt der Versuch 85. Hier kamen alle Uebergänge vor zwischen Weiss und Blau, obwohl die Anlagen für Weiss und Blau beide eben abgespalten worden waren. Die Bastarde wurden aber aus Körnern gezogen, die $\frac{1}{2}$ (fast) kein Blau zeigten, wo sich also die Anlage für

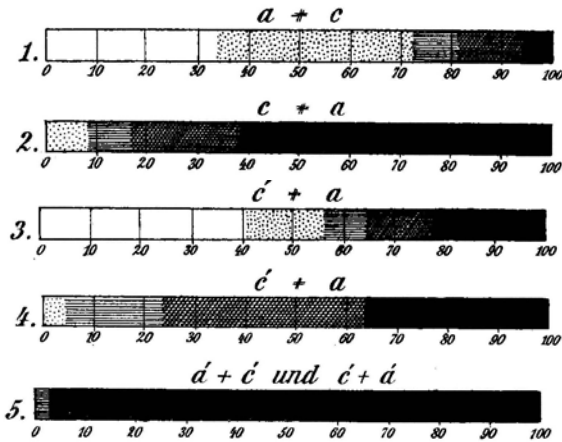


Fig. 35. Xenien und Bastardkolben der Abstammung *alba* (und *dulcis*) + *cyanea*. Graphische Darstellung der Procentzahlen, in denen die ganz blauen (schwarz), stark blauen (doppelt schraffirt), mittleren (einfach schraffirt), etwas blauen (punktirt) und weissen (weiss gelassen) Körner vorhanden sind, bei 1) ♀ weiss + ♂ blau, beide rein (Vers. 7, Tabelle 6, V), 2) ♀ blau + ♂ weiss, beide rein (Versuch 8, Tabelle 7, I—III), 3) ♀ blau, abgespalten + ♂ weiss, rein (Versuch 137, Tabelle 55, I—IV), 4) ebenso (Vers. 123, Tabelle 53, I—V), 5) ♀ weiss + ♂ blau, beide abgespalten und ♂ blau + ♂ weiss, beide abgespalten (Vers. 119 etc.).

Vers. 82 lehrt ferner, dass die Rasse, zu der die Anlage gehört, von Einfluss ist; die reine Anlage für Weiss von der *R. dulcis* ist der abgespaltenen für Blau (von der *R. cyanea*) gegenüber nicht stärker, als die abgespaltenen von der *R. alba* — statt stärker, wie es die reine der *R. alba* ist¹⁾.

¹⁾ Vergl. auch Vers. 51, die eine Pflanze von Bastardnatur. Ebenso, und im Widerspruch zu dem weiter oben Gesagten, gaben einzelne Pflanzen, die der Verbindung *R. cyanea* + *R. x* entsprachen, bei Vers. 8 (≠ *R. alba*), 29 (≠ *R. gilva*), 17 (≠ *R. rubra*) und 27 (≠ *R. vulgata*) Kolben, deren Körner zu 50% blau, zu 50% nicht blau waren, ohne Uebergänge. Dieses Ergebniss, mit einem Bastard, dessen eines Elter unbekannt war, stösst das oben Ausgeführte nicht um.

Blau gegenüber der für Weiss viel schwächer erwiesen hatte, als in den andern Fällen (denen, von welchen die Bastarde von Vers. 84 herstammten); und es lässt sich annehmen, dass dies erblich und deshalb die Anlage für Blau nach der Spaltung auch schwächer war, als sonst.

Trotzdem war sie relativ stärker als zuvor, da das Blau sich in der ersten Generation (fast) gar nicht gezeigt hatte, in der zweiten jedoch stark auftrat (75% der Körner waren mehr oder weniger blau, während nach dem Verhalten der ersten nur 25% blaue Körner zu erwarten gewesen wären).

Die Bastarde zwischen den Rassen *vulgata* und *cyanea* bieten ein merklich abweichendes Verhalten. Zunächst zeigt sich, wie wir schon sahen (p. 149), das Blau in der ersten Generation, bei der Vereinigung der beiden reinen Anlagen, dem Gelb gegenüber stärker, als dem Weiss; denn es zeigen viel mehr Körner mehr oder weniger von ihm. In der zweiten Generation entspricht das thatsächliche Ergebniss dem hienach zu erwartenden, intermediäre Körner sind zahlreich (Vers. 97); das gegenseitige Verhältniss in der Stärke der Anlagen von Gelb und Blau ist nach der Spaltung also annähernd dasselbe, wie vor ihr. Dagegen ist das Verhältniss zwischen Blau, abgespalten, und Gelb, rein, auch hier ein anderes, als man erwarten könnte, das abgespaltene Blau ist viel schwächer als das reine Blau, wie Versuch 98 zeigt; auch Versuch 99 darf hiefür herbeigezogen werden.

Etwa annähernd gleich verhalten sich die Bastarde zwischen den Rassen *coeruleodulcis* und *vulgata*. In der ersten Generation (p. 163) entfaltet sich das Blau wie bei den Bastarden zwischen den Rassen *cyanea* und *vulgata*; das gegenseitige Verhältniss nach der Spaltung wurde nicht festgestellt. Gegenüber dem reinen Weiss der *R. dulcis* war das abgespaltene Blau auch um so viel stärker (nach den Versuchen 113 und 114), wie es das abgespaltene, von der *R. cyanea* stammende Blau (nach dem Vers. 82) ist.

Die Ergebnisse unserer Vergleichung sind folgende:

1) Nach der Spaltung der Anlagen kann ihr gegenseitiges Stärkenverhältniss das gleiche sein (Vers. 97), oder verschieden sein (Versuche 83, 84, 119, 120, 121 etc.), je nach den Rassen, die die Anlagen stellten.

2) Nach der Abspaltung einer Anlage ist ihre Stärke gegenüber der zweiten, reinen Anlage desselben Merkmalspaares geringer, als vorher (Versuche 86, 98, 99, 123, 124, 132, 137).

3) Die individuellen Schwankungen und Differenzen in der Stärke der Anlagen sind erblich (Versuch 85).

4) Dieselbe reine Anlage kann sich sehr verschieden verhalten, je nach der Rasse, der sie angehört (die Anlagen für Weiss bei den Rassen *dulcis* und *alba*; Versuche 82, 113, 114 einerseits, 86, 98, 123, 124, 132, 137 andererseits).

VI. Die chemische Beschaffenheit des Reservematerials.

Stärke + Dextrin.

R. dulcis + *R. rubra* (Vers. 107—111): Wir haben schon gesehen, dass die Stärke dominirt und das Dextrin recessiv ist (p. 159, 181). Die weiteren Versuche bestätigen dies und zeigen, dass auch die Spaltungsregel gilt, dass die Hälfte der Keimzellen des Bastardes nur mehr die Anlage für Stärke, die

Hälfte nur mehr die für Dextrin besitzt. Das Merkmalspaar ist also heterodynam und schizogon.

R. dulcis + *R. vulgata* (Vers. 112): Ebenso.

R. coeruleodulcis + *R. vulgata* (Vers. 113—115): Ebenso.

(*R. alba* + *R. cyanea*) + *R. dulcis* (118—137, p. p.): Ebenso.

VII. Die physikalische Beschaffenheit des Endosperms.

A.

1. *Typ. dentiformis* + *Typ. vulgaris*.

Hierüber liegen directe Versuche nur für die erste Generation vor (Vers. 36, 63; 62). Danach bleibt das Verhältniss des mehligem zum hornigen Theil des Endosperms bei beiden möglichen Verbindungen im Wesentlichen unverändert. Hienach könnte man schliessen, dass *Typ. leucodon* und *Typ. vulgaris* gleich stark sind (p. 193, Typ. III). Das Verhalten der Pflanzen, die aus ausgesuchten, typisch aussehenden Körnern der *R. leucodon* hervorgingen und glatte Körner von intermediärem oder dem *Typ. vulgaris* sich näherndem Verhältniss lieferten (p. 129, Fig. 10, C), beweist auch, dass der Bastard eigentlich ein intermediäres Verhältniss zeigt oder der *Typ. vulgaris* überwiegt. Damit würde stimmen, dass sich eher Belege dafür beibringen lassen, dass die Bestäubung mit dem *vulgata*-Pollen das *leucodon*-Korn beeinflusst, als umgekehrt dafür, dass der *leucodon*-Pollen das *vulgata*-Korn verändert. Es wird also die Prävalenzregel nicht gelten. Und ebensowenig die Spaltungsregel¹⁾.

Der Unterschied im Verhalten der ersten und der zweiten Generation soll an anderer Stelle besprochen werden.

2. *Typ. indurata* + *Typ. vulgaris*.

Auch hier liegen für das Verhalten des reinen Typus nur Beobachtungen über die erste Generation vor (Vers. 41; 46, 47; 68, 69; Fig. 15; 18, 19; 26, 27), nach denen der Bastard intermediäre Beschaffenheit besitzt, die Prävalenzregel also nicht gilt. Das der zweiten Generation ist nur von folgender Verbindung bekannt:

R. alba + *R. nana* (Vers. 104, Fig. 31): Das Verhältniss des mehligem zum hornigen Theil des Endosperms ist annähernd wie beim *Typ. vulgaris*. In der ersten Generation — wo die Körner noch die Grösse der *nana*-Körner besaßen — war es intermediär oder stund dem der *R. nana* näher.

¹⁾ Damit würden auch die meisten Angaben in der Litteratur, z. B. die KELLER-MANN's und SWINGLE's (890), stimmen.

B.

3. *Typ. vulgaris* + *Typ. saccharata*.

R. dulcis + *R. rubra* (Vers. 107—111): Wir sahen früher schon (p. 160, Fig. 20), dass das Verhältniss des *Typ. vulgaris* dominirt und das des *Typ. saccharata* recessiv ist. Die weiteren Versuche zeigen, dass auch die Spaltungsregel gilt, dass die Hälfte der Sexualzellen des Bastardes nur mehr die Anlage für das eine, die Hälfte die für das andere Verhältniss besitzt, und dass auch die Prävalenzregel fernerhin Stich hält. Doch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass wir es hier nicht mit eigentlich selbständigen Anlagen, sondern mit denen für die chemische Beschaffenheit des Reservematerialies (Kateg. VI) zu thun haben (p. 125).

R. dulcis + *R. vulgata* (Vers. 112): Ebenso.

R. coeruleodulcis + *R. vulgata* (Vers. 113—115): Ebenso.

(*R. alba* + *R. cyanea*) + *R. dulcis* (Vers. 118—137, p. p.): Ebenso.

VIII. Die Form der Kleberzellen.**Kurz + Lang.**

R. coeruleodulcis + *R. vulgata* (Vers. 115): Wir haben bereits gesehen, dass sich bei beiden möglichen Verbindungen in der ersten Generation nur der rein mütterliche Charakter zeigt (p. 163 u. f.). Daraus kann man schliessen, dass das Merkmalspaar homodynam sei (p. 193, Typ. III). Der Versuch zeigt, dass dies wirklich der Fall, und dass es ausserdem schizogon ist. Der Unterschied im Verhalten der ersten und zweiten Generation soll an anderer Stelle besprochen werden.

IX. Das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm.**Relativ schwerer Embryo + Relativ leichter Embryo.**

A.

R. alba + *R. nana* (Vers. 104): Wir haben bereits gesehen, dass das relative Gewicht des Embryo zwischen dem der Stammrassen steht (p. 155 u. f.), dass also die Prävalenzregel nicht gilt. Dieser Versuch zeigt, dass auch die Spaltungsregel nicht gilt, dass das Gewichtsverhältniss zwischen Embryo und Endosperm in der II. Generation dasselbe bleibt, wie es in der I. war.

B.

R. alba (und *cyanea*) + *R. dulcis* (Vers. 120): Das relative Gewicht des Embryo ist gleich dem bei dem einen Elter (bei der *R. alba* und *cyanea*), wie wir bereits sahen (p. 187). Danach ist das Merkmalspaar heterodynam. Der

angeführte Versuch bestätigt das und beweist, dass es auch schizogon ist. Es kann jedoch nicht bezweifelt werden, dass wir es hier nicht mit selbständigen Anlagen zu thun haben, sondern mit denen für die chemische Beschaffenheit des Reservematerials (Kateg. VI).

Absolutes Gewicht des Embryo.

R. alba + *R. nana* (Vers. 104): Wir sahen schon, dass in der ersten Generation das Gewicht ganz annähernd gleich dem der mütterlichen Rasse ist. In der zweiten Generation ist es intermediär, wie obiger Versuch zeigt, und wäre sich in der dritten sicher annähernd gleich geblieben. Dass in der ersten Generation der rein mütterliche Charakter auftritt, erklärt sich daraus, dass die Grösse des Embryo von der Capacität der Fruchtschale abhängt (p. 186). Das Merkmalspaar ist unselbständig, homodynam und homöogon, wie Kategorie II.

Grösse der ganzen Pflanze.

R. alba + *R. nana* (Vers. 104—106): In der ersten Generation ist der Bastard intermediär, steht aber der *R. nana* näher; in der zweiten bleibt er sich völlig gleich. Es gilt also weder die Prävalenz- noch die Spaltungsregel.

Grösse der Kolben.

R. alba + *R. nana* (Vers. 104—106): Die Kolben des Bastardes sind in der ersten Generation intermediär, aber denen der *R. nana* ähnlicher, sie bleiben sich in der zweiten Generation völlig gleich. Es gilt also weder die Prävalenz- noch die Spaltungsregel.

Aus der Litteratur wäre etwa noch zu erwähnen:

Zahl der Reihen am Kolben: Beim Bastard intermediär (MC CLUER, 1892, p. 86: Leaming (*Xanthodon*) 18—24, Mammoth (*dulcis*) 12—16, Leaming + Mammoth 14—18. Leaming 18—24, 8-rowed sweet (*dulcis*) 8, Leaming + 8-rowed sweet 10—14 etc.).

Zahl der Kolben am Halm: Beim Bastard intermediär (MC CLUER, 1892, p. 86: Black Mexican (*coeruleodulcis*) 1, zuweilen 2, Popcorn (*Xanthornis*?) 2, häufig auch 3, Black Mexican + Popcorn 2, selten 3).

Krautige oder häutige Beschaffenheit der Spelzen: Beim Bastard dominirt die — der allgemeinen Annahme nach phylogenetisch jüngere — häutige Beschaffenheit der Spelzen (DE VRIES, 900, b, p. 85; vergl. auch KOERNICKE, 872, p. 64).

Schliesslich gebe ich noch folgende Uebersicht.

Tabelle 57.

Merkmalkategorien.	Verhalten der Merkmalspaare bei der	
	vegetativ. Entwicklung	Keimzellbildung
I. Gestalt der Körner (Form der Fruchtschale)	homodynam	homöogon
II. Grösse der Körner (Capacität der Fruchtschale)	homodynam	homöogon
III. Farbe der Fruchtschale	? heterodynam	schizogon
IV. Farbe des Endosperms	homodynam	schizogon
V. Farbe der Kleberschicht	homodynam	schizogon
VI. Chemische Beschaffenheit des Reservematerials	heterodynam	schizogon
VII. Physikalische Beschaffen- heit des Reservematerials (A)	homodynam	?
VIII. Form der Kleberzellen	homodynam	schizogon
IX. Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm (A)	homodynam	homöogon

XI. Abschnitt.

Die Ergebnisse der Bastardirungsversuche.

I. Das Verhalten der Merkmale einer Kategorie bei der Entfaltung. — II. Das Verhalten der Merkmale bei der Bildung der Keimzellen. — III. Weitere Sätze. — Zusatz zu Satz 11 (Zeitpunkt der Spaltung bei schizogonen Anlagenpaaren).

I. Das Verhalten der Merkmale einer Kategorie bei der Entfaltung.

1) Die Merkmale verhalten sich in den verschiedenen Kategorien verschieden gegeneinander; sie bilden zum Theil heterodynam, zum Theil homodynam Paare.

2) Heterodynam Paare bilden die Merkmale von der chemischen Beschaffenheit des Endosperms (Kateg. VI), vielleicht auch die von der Farbe der Fruchtschale (Kateg. III) und zum Theil jene von der physikalischen Beschaffenheit des Endosperms (Kateg. VII). Hier gilt die Prävalenzregel.

3) Das Verhalten der viel zahlreicheren, homodynam Paare bildenden Merkmalkategorien ist sehr verschieden. Am auffälligsten unterscheiden sie sich darin, ob die einzelnen Anlagen für die Merkmale wesentliche (individuelle) Schwankungen in der Entfaltungsstärke zeigen oder nicht. Bei dem

einen Extrem ist das Bastardprodukt stets annähernd das gleiche, bei dem anderen fällt es so verschieden aus, dass in einzelnen Fällen das eine Merkmal über das andere vollständig „dominieren“ kann¹⁾. Diese Extreme sind durch alle Uebergänge verbunden.

Annähernd einförmig ist das Bastardierungsproduct bei folgenden Kategorien: Grösse der Körner (Kateg. II), der Kolben und der Pflanzen.

Weniger einförmig ist es bei den Kategorien: Gestalt der Körner (Kateg. I), Farbe des Endosperms (ohne die Kleberschicht, Kateg. IV).

Sehr variabel ist es in der Kategorie: Farbe der Kleberschicht (Kateg. V).

Hier gilt die Prävalenzregel also nicht.

II. Das Verhalten der Merkmale bei der Bildung der Keimzellen.

4) Die Merkmale der verschiedenen Kategorien bilden zum Theil homöogone, zum Theil schizogone Paare.

Homöogon sind die Paare in folgenden Kategorien: Grösse der Körner (Kateg. II), Gestalt der Körner (Kateg. I), Grösse der Pflanzen etc. Hier gilt die Spaltungsregel nicht.

Schizogon sind die Paare in folgenden Kategorien: Farbe des Endosperms (Kateg. IV) und der Kleberschicht (Kateg. V), wohl auch der Fruchtschale (Kateg. III), chemische Beschaffenheit des Endosperms (Kateg. VI), sehr wahrscheinlich auch die Form der Kleberzellen (Kateg. VIII). Hier gilt die Spaltungsregel.

III. Weitere Sätze.

5) Aus I und II folgt, dass es bei den Maisrassen 3 Typen von (selbständigen) Merkmalkategorien giebt, die Merkmale sind

- 1) heterodynam und schizogon (Pisum-Typus),
- 2) homodynam und schizogon (Zea-Typus),
- 3) homodynam und homöogon (Hieracium-Typus).

Beispiele: Für den Pisum-Typus: die chemische Beschaffenheit des Endosperms,

für den Zea-Typus: Die Farbe des Endosperms und der Kleberschicht,

für den Hieracium-Typus: Die Grösse der Körner.

Eine vollständige Uebersicht auf p. 245.

6) Die Kategorien, aus denen Merkmale als Xenien auftreten, sind, soweit sie genauer untersucht wurden, sämmtlich schizogon. Es entstehen also auch bei Selbstbestäubung eines aus Xenienkörnern gezogenen Bastardes als zweite Generation wieder Xenien, und zwar günstigen Falls bei 50% der Körner.

¹⁾ Von dem richtigen Dominieren bei einem heterodynamen Paar unterscheidet sich dieses 1) dadurch, dass es nicht in jedem Fall eintritt, 2) dadurch, dass es bald bei dem einen, bald bei dem andern Merkmal desselben Paares eintritt.

7) Dieselbe Rasse kann Merkmale von allen drei Typen besitzen.

8) Die selbständigen Merkmalskategorien sind meist frei; conjugirt ist gewöhnlich die Farbe der Fruchtschale mit der der Spelzen. (Vergl. auch p. 249, Anm. 3.)

9) Bei Kategorien mit schizogonen Merkmalen kann nach der „Spaltung“ während der Bildung der Keimzellen des Bastardes die Anlage für das Merkmal a noch dieselbe Entfaltungstärke gegenüber der ebenfalls abgespaltenen Anlage für das Merkmal A besitzen, als vor ihr (bei der Bastardirung), oder eine andere. Aus einem homodynamen Paar kann so ein fast typisch heterodynames werden (Farbe der Kleberschicht). Ebenso kann die Entfaltungstärke der abgespaltenen Anlage gegenüber der reinen nach der Spaltung eine andere geworden sein (p. 238 u. f.).

10) Xenienkörner geben stets Bastarde, und zwar Bastarde zwischen der Rasse, die den Fruchtknoten geliefert hat, und der, von der sich ein Merkmal an der Frucht zeigt.

11) Dies gilt auch für die Bastarde selbst (vergl. Satz 6) und erlaubt für die schizogonen Merkmalspaare den Schluss, dass die Spaltung der Anlagen eines Paares so geschieht, dass

a. die beiden Polkerne und die Eizelle,

b. die zwei generativen Kerne im Pollenschlauch

nur mehr dieselbe, eine Anlage mitbekommen.

Denn es lässt sich bei Merkmalspaaren, die Xenien bilden und zugleich homodynam sind, aus der Beschaffenheit des Endosperms vorhersagen, in welche von den drei Individuenklassen (p. 82) der Embryo gehört (ob $A + A$, oder zu $A + a$ und $a + A$, oder zu $a + a$; p. 207, Vers. 90, 94, 95). Ist das Merkmalspaar heterodynam, so ist das Vorhersagen nur für die erste Klasse einerseits, die zweite und dritte Klasse andererseits möglich (für $a + a$ einerseits, $A + A$, $A + a$, $a + A$ andererseits). Homodyname Paare verhalten sich, wie wir sahen, in der zweiten Generation oft fast wie heterodyname.

12) Ein deutlicher Einfluss des Geschlechtes zeigt sich nur bei jenen Merkmalskategorien, die sich auf das Endosperm beziehen.

Zu Satz 11. Dies Verhalten ermöglicht uns, annähernd den Zeitpunkt zu bestimmen, in dem die „Spaltung“ der Anlagen eintritt. Als frühesten Termin erhalten wir die Entstehung der ganzen Anthere und des ganzen Fruchtknotens, als spätesten die Theilung, bei der die generative und die vegetative Zelle des Pollenkernes entstehen, und die Theilung, aus der die Embryosackmutterzelle und ihre abortirende Schwesterzelle hervorgehen. Es liegt nun nahe, anzunehmen, diese „qualitative“ Reduction geschehe

gleichzeitig mit der „quantitativen“ Reduction, derjenigen der Chromosomenzahl, und so habe ich mir es zunächst auch vorgestellt. Als ich dann aber beobachtet hatte, dass die Pollenzellen des Bastardes zwischen der rothblühenden und der weissblühenden Rasse des *Epilobium angustifolium*¹⁾ sämtlich graugrün waren, wie die der rothblühenden Rasse, und nicht zur Hälfte gelblich, wie die der weissblühenden, sah ich mich genöthigt, meine Ansicht für die männlichen Sexualzellen zu modificiren und anzunehmen, dass der letzte mögliche Zeitpunkt der Spaltung (die Theilung in die generative und die vegetative Zelle) der thatsächliche sei (900, d).

Diese Annahme hat den Beifall STRASBURGER's (900, b, p. 770) nicht gefunden, der meint, „die Merkmale der neuen Kerne sollen sich erst in der nächsten Generation äussern, somit auch nicht in dem Aussehen und der Farbe der Pollenhäute der Mutterpflanze, die zudem noch bei ihrer Entstehung unter dem Einfluss des die Kerne der Tapetenzellen enthaltenden umgebenden Cytoplasma stehen.“ Darüber, wann sich der Einfluss des veränderten Kernes zeigen soll, wissen wir doch nichts; es ist aber wahrscheinlicher, dass er sich gleich zeigt, und kein Grund einzusehen, warum er es erst in der nächsten Generation thun müsste. Beide *Epilobium*-Rassen haben eine blassgelbe Exine, die rothblühende aber ausserdem noch eine grünlichblaue Intine (HUGO FISCHER's Angabe [Pollenkörner, p. 11], dass der Farbstoff in der Exine sitze, trifft nicht zu), während die weissblühende eine farblose besitzt. Diese Intine entsteht aber nicht unter dem Einfluss der Tapetenzellkerne, und die Färbung selbst tritt sehr spät auf, etwa bei einer Länge der Blütenknospen von 8 mm, während in solchen von 4 mm die Pollenkörner schon isolirt sein können. Damit dürften STRASBURGER's Einwände erledigt sein²⁾.

Im Uebrigen halte ich selbst die Frage für durchaus nicht definitiv gelöst und habe auch bereits eine Reihe weiterer Versuche im Gang, durch die der Zeitpunkt der Trennung durch das Experiment, in anderer Weise, entschieden werden soll, die aber freilich nicht von heute auf morgen fertig sein können. Man kann mit Rücksicht auf die schon citirten Beobachtungen von DRIESCH über das Auftreten rein mütterlicher Charaktere bei Bastardlarven von Seeigeln (898) annehmen, dass der Einfluss des neuen Kernes mit nur einer Anlage zunächst nicht im Stande sei, die Entfaltung des anderen Merkmales zu verhindern, die noch von dessen Anlage im alten Kerne vorbereitet wurde. Ausgeschlossen ist es ja auch nicht, dass bei verschiedenen

1) Dass die Spaltungs- und Prävalenzregel für ihn gelten, zeigte sowohl die durch Selbstbestäubung erzielte Nachkommenschaft, als die durch Bestäubung mit der weissen Stammmasse erhaltene.

2) Es ist mir nicht ganz verständlich, warum STRASBURGER noch hinzusetzt: „In den Samenanlagen bei den Erbsenhybriden äussert sich doch auch der Einfluss der getrennten Merkmale erst an dem Keim, der der neuen Generation angehört“. Die Eizellen sehen wohl bei allen Erbsenrassen gleich aus, so dass sich die Folgen der Spaltung nicht zeigen können.

Sippen, oder verschiedenen Individuen derselben Sippe, der Zeitpunkt ein verschiedener ist. Eine Angabe FOCKE's, dass bei *Melandrium album + rubrum* der Pollen aus Körnern bestehe, die theils denen der einen, theils denen der andern Stammart gleichen (868), kann ich aber nach meinen Beobachtungen nicht bestätigen; nach der Sculptur der Exine und der durchschnittlichen Grösse der Körner hält der Bastard die Mitte¹⁾. Dagegen habe ich selbst einen Fall beobachtet, wo etwas derartiges vorlag; doch war die Herkunft der Pflanze mit den zweierlei Pollenkörnern nicht ganz sicher, ich werde deshalb erst darauf eingehen, wenn sie experimentell geprüft ist.

XII. Abschnitt.

Die allgemeinen Ergebnisse.

I.

Wir ordnen die Merkmale in Kategorien. Eine Kategorie wird gebildet von allen den selbständigen Merkmalen, die sich bei den in eine höhere systematische Einheit zusammengehörenden Sippen auf denselben Punkt (die Farbe der Fruchtschale, des Endosperms etc.) beziehen. Sind die selbständigen Merkmale derselben Kategorie verschieden, so sind sie es nur mehr quantitativ (graduell), nicht qualitativ (p. 77—79). Scheinbar einfache Merkmale müssen zerlegt werden. Ein Merkmal der Rasse I kann nur scheinbar identisch mit einem Merkmal der Rasse II sein²⁾.

Nach dem gegenseitigen Verhalten der Merkmale verschiedener Kategorien (bei derselben Sippe) unterscheiden wir (p. 78):

Unselbständige (mit derselben Anlage),

Halbselbständige (hemiidentische, mit einer gemeinsamen Anlage neben den besonderen) und

Selbständige (mit lauter eigenen Anlagen). Die selbständigen können frei oder conjugirt sein (p. 247)³⁾.

Je nachdem sich die zwei Sippen, die einen Bastard bilden, in einer Kategorie oder in zwei, drei und mehr Kategorien unterscheiden, haben wir beim Bastard ein Merkmalspaar oder zwei, drei und mehr Paare zu studiren.

¹⁾ Genauerer hierüber später, mit den Ergebnissen der oben erwähnten Versuche.

²⁾ So hat die *R. dulcis* und die *R. leucoceras* ein Endosperm, das fast gar nicht mehlig ist; das beruht aber bei der einen auf anderen Ursachen als bei der andern, wie die genauere Untersuchung lehrt und das Verhalten der Bastarde bestätigt (vergl. p. 125 und 185).

³⁾ Vergleicht man das Ergebniss der Versuche 128—131 und 132—135, so muss auffallen, dass die Aussaat der blauen Körner ein viel schlechteres lieferte, als die Aussaat der weissen. Da die verwendete *R. cyanea* stark zur Sterilität neigte, liegt wohl auch hier ein Fall conjugirter Merkmale vor.

II.

Nach dem gegenseitigen Verhalten der Merkmale aus derselben Kategorie (von verschiedenen Sippen) unterscheiden wir:

1) Homodyname und heterodyname Merkmalspaare, je nachdem sich beide Anlagen nebeneinander entfalten, gleich stark oder ungleich (in extremen Fällen nur mehr die eine oder die andere), oder immer nur eine, die dominirende, während die andere, die recessive, latent bleibt (p. 80).

Beiderlei Paare sind nicht principiell verschieden, homodyname können unter den Händen des Experimentators fast rein heterodynam werden (p. 238 u. f.); beide können bei den selben zwei Sippen vorkommen.

2) Homöogone und schizogone Merkmalspaare, je nachdem die zwei Anlagen bei der Keimzellbildung zusammen bleiben oder sich spalten, so, dass die Hälfte der Keimzellen nur mehr die Anlage für die eine, die Hälfte nur mehr die für die andere Anlage besitzt (p. 80).

Ueber den Modus der Spaltung vergl. p. 88, über den Zeitpunkt p. 247. Die Spaltung ist wohl immer da und wird nur an ihren Folgen kenntlich bei den Bastarden (p. 91).

Dieselben Sippen können sich durch homöogone und schizogone Merkmalspaare unterscheiden.

Das Verhalten bei der Entfaltung ist von dem bei der Keimzellbildung völlig unabhängig. Hierauf lege ich besonderes Gewicht. Das Auftreten eines intermediären, zwischen den Merkmalen A und a der Stammarten stehenden Merkmales α beim Bastard beweist also noch nicht die Bildung einer neuen, einheitlichen, intermediären Anlage; A und a bleiben neben einander bestehen. Denselben Schluss kann man in anderen Fällen aus der Thatsache ableiten, dass das Stärkenverhältniss der Anlagen während der Ontogenese des Bastardes durch äussere Einflüsse modificirt werden kann (p. 254). Dass jedoch nicht die ganze Erbmasse des Vaters neben der der Mutter während der Ontogenie getrennt existiren kann, sahen wir bereits (p. 90).

Man kann also vier Typen von Merkmalspaaren unterscheiden:

Das Merkmalspaar ist bei der

	vegetativen Entwicklung	Keimzellbildung	Typus
1.	heterodynam	schizogon	Pisum,
2.	heterodynam	homöogon	— ¹⁾
3.	homodynam	schizogon	Zea,
4.	homodynam	homöogon	Hieracium.

¹⁾ Hiefür ist mir kein sicheres Beispiel bekannt. Angaben in der Litteratur, die dazu passen, bedürfen noch der Bestätigung.

Das Verhalten dieser Merkmalstypen ist p. 82—88 beschrieben, wie es sich aus den Annahmen ergibt; beim Mais finden wir drei davon verwirklicht,

den *Pisum*-Typus: a) bei Kategorie IV: Chemisches Verhalten des Endosperms, und nahezu

b) bei Kategorie IV und V: Farbe des Endosperms und der Kleberschicht, in der zweiten Generation und den folgenden (nach der Spaltung der Anlagen). Ferner vollständig

c) bei der Beschaffenheit, und wohl auch

d) der Farbe der Spelzen, etc.

den *Zea*-Typus: a) bei Kategorie III: Farbe der Fruchtschale,

b) bei Kategorie V und IV: Farbe der Kleberschicht und des Endosperms in der ersten Generation,

c) bei Kategorie VIII: Gestalt der Kleberzellen.

Den *Hieracium*-Typus: a) bei Kategorie I: Form des Kornes (der Fruchtschale),

b) bei Kategorie II: Grösse des Kornes (Hohlmass der Fruchtschale),

c) bei Kategorie IX: Gewichtsverhältniss von Embryo und Endosperm. Ferner

d) bei der Grösse der Pflanze und

e) des Kolbens. Ferner wohl

f) bei der Zahl der Reihen am Kolben, etc.

III.

Das gegenseitige Verhältniss der Merkmale desselben homodynamen Paares, die Entfaltungskraft der Anlagen beim Bastard, kann grossen Schwankungen unterworfen sein. Einfluss hat darauf, wenn wir vom Geschlecht (p. 254) absehen, das nur bei den Endosperm-Bastarden von grösserer Bedeutung ist:

1) Bei homöogenen und schizogenen Paaren:

a) Die Individualität der Keimzellen. Die Fruchtknoten der selben Pflanze der Rasse I können mit den Pollenkörnern einer Pflanze der Rasse II z. B. ganz weisse, ganz blaue oder intermediär gefärbte Körner geben (Vers. 7).

b) Die Individualität der einzelnen Pflanzen. Die durchschnittliche Färbung der ganzen Kolben kann (z. B. bei Vers. 8, 17 oder 71) sehr merklich verschieden ausfallen.

a und b sind natürlich im Grund identisch, b zeigt aber, dass die Nachkommenschaft zweier Keimzellen I, II mit der Entfaltungskraft x , y

nicht immer Keimzellen hervorbringt, die alle möglichen Stärkeverhältnisse (w, v . . . z) aufweisen¹⁾.

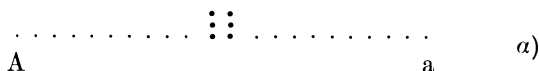
e) Die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Rasse.

2) Bei schizogonen Paaren:

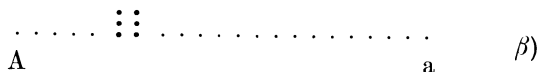
d) Der Zustand der Anlage, ob rein — d. h. in der Keimzelle einer rein gezüchteten Rasse steckend —, oder abgespalten — d. h. in der Keimzelle eines Bastardes steckend. Die abgespaltene Anlage für das Merkmal *a* kann der abgespaltenen für das Merkmal *A* gegenüber stärker oder schwächer sein, als es die reine der reinen gegenüber war; die abgespaltene für *a* ist der reinen für *A* gegenüber immer schwächer als es die reine war (p. 124, Fig. 35.)

Zusätze.

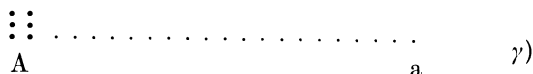
Zusatz zu a). Sind die beiden Anlagen eines Merkmalspaares (*A*, *a*) unter allen Umständen gleich stark, so ist der Bastard (.) einförmig und zeigt eine Mittelstellung:



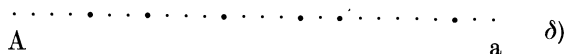
Sind sie ungleich stark, ist aber stets dieselbe Anlage (*A*) stärker, und dazu stets um gleich viel, so verschiebt sich die Stellung des einförmigen Bastardes nach der einen Elternsippe zu:



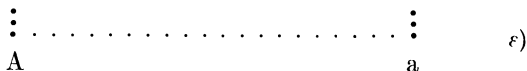
Als Grenzfall kann man das Verhalten des heterodynamen Paares ansehen:



Sind die beiden Anlagen ungleich stark, aber bald die eine, bald die andere stärker, ist das Paar „poikilodynam“, so ist der Bastard vielförmig:

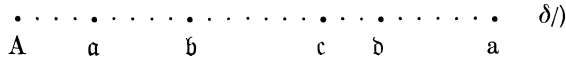


Als Grenzfall kann man das Verhalten eines „dichodynamen“ Anlagenpaares der (echten) „faux hybrides“ MILLARDET's ansehen:



¹⁾ Es liegen Beobachtungen vor (Vers. 85), dass Xenienkörner, bei denen die Anlage für das Merkmal *a* des Vaters besonders schwach entfaltet ist, eine Nachkommenschaft geben, bei der sich das Merkmal *a* im Durchschnitt auch schwächer zeigt, als gewöhnlich.

Sein Verhalten unterscheidet sich z. B. von dem des Anlagenpaares ♀ weisse Kleberschicht + ♂ blaue Kleberschicht beim Endospermbastard in der I. Generation (Xenien, etwa ♀ *R. alba* + ♂ *cyanea*, Vers. 7):



nur dadurch, dass die Mittelstufen (a, b, c, d) wegfallen. So hat schon MIL-LARDET (894) das Verhalten der „faux hybrides“ aufgefasst (p. 21 d. S. A.).

Zusatz zu c. Das verschiedene Verhalten desselben Merkmales bei zwei Rassen könnte beruhen darauf, dass

- 1) die Merkmale nur scheinbar identisch sind, in Wirklichkeit aber verschieden, also auch ihre Anlagen verschieden, — oder darauf, dass
- 2) die Merkmale aus den anderen Kategorien einen correlativen Einfluss irgend welcher Art haben.

Für 1 spricht das Vorhandensein individueller Schwankungen in der Entfaltungskraft einer Anlage bei derselben Rasse (wie wir oben sahen), und zwar, ausser solchen bei den einzelnen Keimzellen, auch solche im Durchschnitt aller Keimzellen desselben Individuums, einem andern gegenüber. Dagegen scheint die Thatsache zu sprechen, dass auch die Anlage für Weiss, also für das Ausbleiben aller Fruchtstoffbildung, der Anlage für Blau oder Gelb einer bestimmten Rasse gegenüber verschieden stark ist, je nach der Rasse (p. 180); es ist jedoch nicht zu vergessen, dass es sich hier nicht um die Anlagen für den Farbstoff handelt, sondern um die für das Plasma, das erst den Farbstoff bilden soll oder nicht bilden soll, und die Disposition, keinen zu bilden, recht gut verschieden stark sein kann. Eine definitive Entscheidung lässt sich einstweilen kaum geben.

Zusatz zu d. Dieses verschiedene Verhalten vor und nach der Spaltung, also in der ersten und in der zweiten Generation des Bastardes, ermöglicht es (wie ich schon 899, p. 415, G. A. 1, 4, Satz 16 betonte) fast immer, einen Xenienkolben (Endospermbastarde der ersten Generation) von einem Bastardkolben (Endospermbastarde der zweiten Generation) zu unterscheiden, auch wenn die Form und Grösse der Körner etc. keine Anhaltspunkte geben.

Dass die abgespaltene Anlage für Blau (in der Kleberschicht) gegenüber der reinen für Weiss schwächer ist, als die reine für Blau gegenüber der reinen für Weiss, könnte die Annahme veranlassen, sie sei schwächer, weil die Spaltung nicht vollkommen gewesen sei, weil die Keimzelle noch etwas von der Anlage für Weiss enthalte. Dann müsste man aber auch annehmen, die abgespaltene Anlage für Weiss enthalte noch etwas von der Anlage für Blau, und zwar mehr, als das abgespaltene Blau vom Weiss, weil jenes dem abgespaltenen Weiss gegenüber stärker ist, als die reine für

Blau der reinen für Weiss gegenüber. Das setzt eine Theilbarkeit (des materiellen Substrates) der Anlagen in sehr verschieden wirksame Stücke voraus, eine Annahme, die nicht sehr wahrscheinlich ist. Ausserdem bliebe doch noch ein Unterschied zwischen der abgespaltenen und der reinen Anlage für dasselbe Merkmal bestehen; es ist nicht nur die durchschnittliche Stärke eine andere geworden, das Resultat der Bastardbestäubung ist auch ein viel gleichmässigeres, die Abweichungen vom Durchschnitt sind seltener und geringer. Wir müssen uns deshalb damit begnügen, die Thatsache zu constatiren, ohne sie zu erklären. Sie ist einstweilen noch eine Eigenthümlichkeit der Maisbastarde; bei den schizogonen Merkmalspaaren der Erbsen kommt nach meinen Erfahrungen nichts entsprechendes vor.

Ich habe bei anderen Objecten eine Reihe von Beobachtungen gemacht, aus denen eine deutliche Abhängigkeit des Stärkeverhältnisses eines homodynamen Anlagenpaares von äusseren Einflüssen, lange nach der Befruchtung hervorgeht, eine Abhängigkeit, die nur möglich erscheint, wenn die beiden Anlagen A und a im Bastard selbständig bleiben, nicht zu einer neuen Anlage verschmelzen. Für den Mais fehlen mir noch derartige Thatsachen.

IV.

Die Xenien. Der „directe Einfluss“ des Pollens zeigt sich nur beim Endosperm und lässt sich also ungezwungen durch die Verschmelzung des zweiten generativen Kernes aus dem Pollenschlauch mit den beiden Polkernen im Embryosack erklären, die eine „wahre Befruchtung“ ist (p. 191 u. f.) und aus der ein Bastardendosperm hervorgeht.

Dass Form und Volum des Endosperms nach der Bastardbestäubung unverändert bleiben, erklärt sich daraus, dass beide unselbständige Kategorien sind, und die Form und die Capacität der Fruchtschale unverändert bleiben. Der Embryo ist im selben Fall. Da die Bastardirung auch als „Kreuzung“ (im Sinne DARWIN'S) wirkt, lässt sich eine geringe Gewichtszunahme beobachten. Von den übrigen Merkmalskategorien lassen sich drei Gruppen bilden:

1) Es tritt stets dasselbe Merkmal auf, gleichgiltig ob die eine oder die andere Rasse die ♀ Pflanze geliefert hat; der Pollen von I wirkt auf II, der von II aber nicht auf I. So bei der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm.

2) Es treten beide Merkmale nebeneinander auf, sich mehr oder weniger mischend oder mengend (p. 189). Hier lassen sich wieder zwei Untergruppen unterscheiden:

a) Die einzelnen Körner eines Xenienkolbens sind untereinander wenig verschieden (die individuellen Schwankungen in der Stärke der

Anlagen also nicht gross). So bei der Farbe des Endosperms (und, vielleicht, bei der physikalischen Beschaffenheit desselben).

b) Die einzelnen Körner eines Xenienkolbens sind untereinander sehr verschieden (die individuellen Schwankungen in der Stärke der Anlagen also sehr gross). So bei der Farbe der Kleberschicht.

Bei a) sind die Merkmale fast stets gemischt, bei b) bald gemischt, bald gemenget, bald beides zugleich.

3) Es tritt nur das Merkmal der ♀ Pflanze auf, die Bestäubung mit fremden Pollen bleibt (scheinbar!) wirkungslos, das Bastardendosperm gleicht dem Endosperm der **Mutter**. So bei der Form der Kleberzellen (und, vielleicht, bei der physikalischen Beschaffenheit des Endosperms). Wie sich diese, auf den ersten Blick mit der Annahme einer Bastardirung des Endospermes unvereinbare Thatsache erklären lässt, werden wir unten sehen. (In der zweiten Generation ist das Merkmalspaar homodynam (p. 223).

Das Geschlecht hat bei der Xenienbildung meist einen deutlichen Einfluss. Die Verbindung ♀ A + ♂ a (.) ist der Verbindung ♀ a + ♂ A (.) nur bei einer Kategorie ganz gleich, bei der chemischen Beschaffenheit des Endosperms (wie das nach dem oben sub I Gesagten zu erwarten war):

♀	♂	♀	♂
.....	und	.....	a)
A	a	a	A

Sonst pflegt das Bastardirungsprodukt (.) im Durchschnitt der **Mutter** ähnlicher zu sein:

♀	♂	♀	♂
.....	und	.....	β)
A	a	a	A

Dabei steht gewöhnlich die eine Verbindung der bei ihr als ♀ dienenden Rasse viel näher als die andere der bei ihr als ♀ dienenden Rasse:

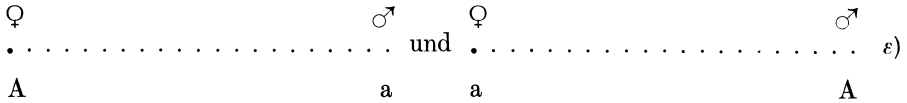
♀	♂	♀	♂
.....	und	.....	γ)
A	a	a	A

Ja es kann die eine ganz mit der als ♀ dienenden Rasse zusammenfallen:

♀	♂	♀	♂
.....	und	.....	δ)
A	a	a	A

Dann sieht es aus, als ob ♂ II auf ♀ I gar keinen Einfluss hätte. Das ist deutlich bei der Farbe des Endosperms, sehr deutlich bei der der Kleber-

schicht; je nach der Rasse oder dem Individuum finden wir bald das Verhalten von γ , bald das von δ . — Endlich finden wir auch noch, dass diese Verbindungen ganz den bei ihnen als Q dienenden Rassen gleichen können:



Hierher die Form der Kleberzellen.

All dies können wir erklären durch die Annahme, in den beiden Polkernen des Embryosackes verschmelze nicht eine gleich grosse Erbmasse mit der des zweiten generativen Kerns aus dem Pollenschlauch, sondern eine grössere, etwa eine doppelt so grosse. Das Nähere ist auf Seite 192 u. f. nachzusehen.

In Merkmalskategorien, die sich nicht auf das Endosperm bezogen, hatte bei meinen Versuchen das Geschlecht nur einen geringen Einfluss, der sich unschwer durch die verschiedenen Ernährungsbedingungen der Keime erklären lässt. Näheres darüber an anderer Stelle.

V.

Zum Schluss möchte ich noch ganz kurz auf die praktische Seite der Ergebnisse hinweisen.

Was zunächst die Xenien anbetrifft, so scheinen mir dieselben in doppelter Beziehung von Wichtigkeit:

Einmal ermöglichen sie es in vielen Fällen, eine stattgefundene Fremdbestäubung bald für jedes Korn, bald wenigstens für einen Theil der Körner mit aller Sicherheit festzustellen. Es ist das in doppelter Hinsicht von praktischer Bedeutung, einmal, weil es ermöglicht, die Rassen rein zu erhalten — indem man alle modificirten Körner bei Seite lässt —, und dann, weil es uns in Stand setzt, festzustellen, ob eine zu Züchtungszwecken vorgenommene Bastardbestäubung wirklich gelungen ist, und sicher bastardirte Körner zur Aussaat auszusuchen. Nach den mitgetheilten Angaben wird man auch feststellen können, ob es vortheilhafter ist, die Rasse I durch die Rasse II bestäuben zu lassen, oder die Rasse II durch die Rasse I; man wird als ♂ jene wählen, deren Pollen den stärkeren directen Einfluss hat. Wenn also z. B. ein weisser Mais mit einem gelben bastardirt werden soll, wird man den weissen durch den gelben und nicht den gelben durch den weissen bestäuben lassen. In solchen Fällen braucht man, wenn die als ♂ dienenden Pflanzen nicht rasserein gehalten werden sollen, die Castration der als Q dienenden nicht sehr sorgfältig auszuführen, ja man kann sie ganz unterlassen; die Bastardkörner sind als Xenien kenntlich.

Dann erlauben die Xenien, die sich bei der Selbstbestäubung der Bastardpflanzen bilden, festzustellen, welcher Abkunft der Bastardembryo zweiter Generation ist, und welche Merkmale die aus ihm erzeugte Pflanze an ihren Kolben zeigen wird. Es ist das um so wichtiger, als bei der Windblüthigkeit des Maises Selbstbefruchtung nur bei isolirten Individuen möglich ist und dazu noch künstlich ausgeführt werden muss, wenn man einen wenigstens einigermaßen erträglichen Körneransatz erzielen will. So aber ermöglichen es die Xenien, schon aus dem Saatgut, das die erste Generation des Bastardes geliefert hat, entweder eine Rasse mit dem recessivem Merkmal (bei heterodynamen Merkmalspaaren) oder gleich zwei Rassen, eine mit dem recessiven, eine mit dem dominirenden Merkmal (bei homodynamen Paaren), rein zu ziehen. Gespalten werden diese Paare ja immer.

Mit Rücksicht auf die Bastarde ist zunächst zu bemerken, dass jene Eigenschaften, die der Züchter bei einer Maisrasse schätzt (vergl. Thiele, 899), in den vorliegenden Untersuchungen nur zum Theil berücksichtigt werden konnten, dass erst noch für viele festgestellt werden muss, ob sie in Kategorien mit homodynamen oder heterodynamen, homöogonen oder schizogonen Paaren gehören. Wo das aber bekannt ist, ist die Herstellung einer neuen Rasse, die zwei Eigenschaften aus verschiedenen Kategorien ihrer Stammeltern vereinigt, zu einer Aufgabe geworden, die planmässige löst werden kann. Am leichtesten ist die Vereinigung zweier Eigenschaften, die Kategorien vom Pisum- oder Zea-Typus angehören, z. B. die einer bestimmten Endospermfarbe mit einer bestimmten chemischen Beschaffenheit des Endosperms. Complizirter ist die Vereinigung, wenn das eine Merkmal einer Kategorie vom Pisum- oder Zea-Typus, das andere einer Kategorie vom Hieracium-Typus angehört, z. B. eine bestimmte chemische Beschaffenheit des Endosperms mit einer bestimmten Grösse oder Form der Körner. Hier muss eventl. Rückkreuzung mit der, das Merkmal vom Hieracium-Typus besitzenden Rasse angewandt werden, wenn dasselbe in voller Stärke auf die neue Rasse übergehen soll. Gehören beide Eigenschaften Kategorien vom Hieracium-Typus an, so lässt sich eine neue Rasse mit den ausgeprägten Eigenschaften beider Stammrassen nur dann erzielen, wenn der Bastard in beiden Merkmalskategorien vielförmig ist. Soweit nicht Xenienbildung einen Schluss auf die Eigenschaften der Embryonen ermöglicht, muss Isolirung und künstliche Selbstbestäubung angewandt werden. Im Uebrigen würde es zu weit führen, wenn ich die Lösung auch nur einer Aufgabe für jeden einzelnen Fall hier vorführen wollte. Wer das Vorstehende aufmerksam gelesen hat, wird sich selbst zurechtfinden.

Litteratur-Verzeichniss.

Das nachstehende Verzeichniss enthält jene Arbeiten, die sich auf Mais-Xenien und Mais-Bastarde beziehen, und einige wiederholt citirte Mittheilungen; die übrige Litteratur ist im Text angeführt. Abhandlungen, die ich nicht selbst einsehen konnte und nur aus Referaten kennen gelernt habe (vor allem durch die Zusammenstellung KELLERMANN'S und SWINGLE'S 890, c), sind mit † bezeichnet.

I. Litteratur über Xenien und Bastarde bei Zea Mays.

- †1877. BEAL, W. J., Report of the Professor of Botany and Horticulture (Mich. Agr. College). Sixteenth An. Rep. State Board Agr., Mich., p. 56.
- †1878. — „ —, The Improvements of Grains, Fruits and Vegetables. Seventeenth An. Rep. State Board Agr., Mich., p. 450.
- †1879. — „ —, Experiments and other work of the Horticultural Department (Mich. Agr. College). Eighteenth An. Rep. State Board Agr., Mich., p. 198.
1182. — „ —, Experiments in Crossbreeding Indian Corn, with flowers of the same variety. Am. Journ. of Sc., p. 452.
1833. BONAFOUS, M., Traité du Maïs, ou histoire naturelle etc. Mém. Soc. roy. et centr. d. Agric. Année 33. Paris.
- †1836. — „ —, Histoire naturelle, agricole et économique du Maïs. Paris.
1809. BURGER, J., Naturgeschichte, Cultur und Benützung des Maïs. Wien.
- †1887. BURRILL, T. J., Annual Horticultural Report, Dec. 10, 1887, in the Fourteenth Report of the Board of Trustees of the University of Illinois, for the two years ending September 30, 1888, p. 84.
1892. MC CLUER, W. G., Corn Crossing. University of Illinois, Agricultural Experiment Station, Champaign, May. Bull. Nr. 21.
1899. CORRENS, C., Untersuchungen über die Xenien bei Zea Mays. Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XVII. Heft 10, p. 410. (Dezember-Sitzung 1899.)
- 1900, a. — „ —, G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ebendort, Bd. XVIII, Heft 4, p. 158 (April-Sitzung 1900).
- 1900, b. — „ —, Gregor Mendel's „Versuche über Pflanzenhybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. Botan. Zeitg. Bd. 58, II. Abth. Sp. 229 (1. Aug.).
- 1900, c. — „ —, Referat über DE VRIES' und seine eigene vorläufige Mittheilung über Xenien bei Zea Mays. Botan. Zeitg. Bd. 58, II. Abth. Sp. 235 (1. Aug.).
- †1887, a. CROZIER, A. A., Immediate Influence of Cross-Fertilization upon the Fruit. Dept. of Agriculture, Report, p. 312.
- †1887, b. — „ —, Some Crosses in Corn. Proceedings 8th Annual Meeting, Soc. Promotion of Agr. Science, p. 91.
1868. DARWIN, C. R., The variation of animals and plants under domestication. 2 Vol. London. Citirt wurde nach:
1893. — „ —, The variation of animals and plants under domestication. Ed. II. London.
- †1724. DUDLEY, P., Esqu., An Observation on Indian Corn. Oct. 1724. Philosophical Transactions. Abridgment. Vol. VI, part II, pp. 204—5.
1827. GÄRTNER, C. F., Correspondenz, in der Flora oder Botanische Zeitung X. Jahrg., Bd. I, pag. 74.
1828. — „ —, Correspondenz, ebendasselbst, XI. Jahrg., Bd. II, p. 555.
1849. — „ —, Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Stuttgart.
1813. GALLESIO, G., Conte, Teoria della riproduzione vegetale. Vienna.
- †1897. HARSHBERGER, J. W., Fertile crosses of teosinte and maize. U. S. Dep. Agric. Exper. Stat. Rec. Vol. VIII. 7. Washington. (Ref. in JUST'S Botan. Jahreshb.)
1885. HARZ, C. O., Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin.

- †1889. HAYS, WILLET M., Improving Corn by Cross-Fertilization and by Selection. Bulletin No. 7, Minn. Exp. Station, pp. 27—33.
1867. HILDEBRAND, F., Unmittelbarer Einfluss der Pflanzenbastardirung auf die durch dieselbe erzeugte Frucht. Verh. des naturh. Ver. d. Rheinl. u. Westf. Bd. XXIV, S. 101 u. f.
1868. — „ —, Einige Experimente und Beobachtungen über . . . 2) den directen Einfluss des fremden Pollens auf die Beschaffenheit der durch ihn erzeugten Frucht. Botan. Zeitg. Bd. 26, Sp. 325 u. f.
1888. KELLERMANN, W. A., and SWINGLE, W. T., Experiments in Cross-Fertilization of Corn. First An. Rep. Kan. Exp. Station, p. 316.
- 1890, a. — „ —, Experiments in crossing varieties of Corn. Ebenda, II. Annual Report, p. 288.
- 1890, b. — „ —, Crossed Corn the second Year. Ebenda, p. 334.
- 1890, c. — „ —, Bibliography of Crossfertilization of varieties of corn. Ebenda, p. 346.
- 1890, d. — „ —, Preliminary study of the receptivity of corn silk. Ebenda, p. 353.
1872. KOERNICKE, F., Vorläufige Mittheilungen über den Mais. Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. und Westf. Bd. 29. Sitzungsab. S. 64.
1885. KOERNICKE, F., und WERNER, H., Handbuch des Getreidebaues. 2 Bände. Bonn.
- †1882. LAZENBY, W. R., Improvements or Modification of varieties by crossing or hybridizing. First An. Report Ohio Agr. Exp. Station, pp. 69—68.
- †1883. — „ —, Crossing varieties of corn. Second An. Rep. of the Ohio Agr. Exp. Station, pp. 63—65.
- †1884. — „ —, Corn Experiments; test of varieties. Third An. Rep. Ohio Agr. Exp. Station, pag. 64.
- †1885. — „ —, Experiments with Corn: Cross-fertilization. Fourth An. Rep. Ohio Experiment Station, p. 31.
1884. MEEHAN, TH., Immediate Influence of Pollen on Fruit. Proc. Acad. Nat. Sciences of Philadelphia, p. 297.
- †1892. MUNSON, W. M., Preliminary notes on the secondary effects of pollination. Annual Report. of the Maine State College, Agricultural Experiments Station Orono, Maine. Bangor. Part. II, p. 29—58. 1 plate. (Ref. Bot. Centr. Bl. LIV, p. 165, 1893.)
1844. OBERDIECK, J. G. C., Die Probe- oder Sortenbäume. (Ich sah nur die zweite Auflage, Ravensburg 1871, wo die cit. Stelle auf p. 48 steht.)
1837. PUVIS, A., De la dégénération et de l'extinction des variétés des végétaux propagés par les greffes, boutures, tubercules, etc. et de la création des Variétés nouvelles par les croisemens et les semis. Paris.
1826. SAGERET, Considérations sur la Production des Hybrides, des Variantes et des Variétés en général, et sur celles de la famille des Cucurbitacées en particulier. Ann. d. Sc. natur. T. VIII.
1900. SARGANT, E., Recent Work on the Results of Fertilization in Angiosperms. Annals of Botany, Vol. XIV, No. LVI. December.
- †1889. SPEER, R. P., Experiments with Corn. Bulletin No. 7, Iowa Agr. Exp. Station. Nov., p. 53.
- †1874. STOCKTON-HOUGH, Dr. J., Americ. Naturalist, January, p. 29. (Citirt nach DARWIN, 893, p. 431).
1900. STRASBURGER, E., Einige Bemerkungen zur Frage nach der „doppelten Befruchtung“ bei den Angiospermen. Botan. Zeitg. Bd. 58. (II. Abth., Sp. 293).
- †1882. STURTEVANT, LEWIS E., Corn Hybridization. Report of the Board of Control of the N. Y. Exp. Station, p. 54.
- †1883. — „ —, Directors' Report Second An. Rep. Board of Control N. Y. Agr. Exp. Station, Botanical notes; pp. 37—56.
- †1884. — „ —, A Study of Maize. Third An. Rep. Board of Control, N. Y. Agr. Exp. Station, pp. 124—188.

- †1885. — „ —, Indian Corn and the Indian. *American Naturalist*. Vol. XIX, Nr. 3, March, p. 233.
- †1885. — „ —, A Study of Maize. Fourth An. Rep. Board of Control, N. Y. Agr. Exp. Station, pp. 95, 96.
- †1885. — „ —, An Observation in the Hybridization and Cross-Breeding of Plants. *American Naturalist*. Vol. XIX, Nr. 11, Nov., p. 1041.
- †1886. — „ —, Indian Corn. Fifth An. Rep. Board of Control, N. Y. Agr. Exp. Station, pp. 58—66.
1897. SWINGLE, W. T. and WEBBER, H. J., Hybrids and Their Utilization in Plant Breeding. Yearbook of Departm. of Agric.
1888. TRACY, W. W., Experiments in Crossing Corn, Tomatoes and Carrots. Eighteenth An. Rep. State Horticultural Society of Mich., p. 43.
1867. VILMORIN, HENRI L'ÉVÊQUE DE, Sur la fécondation du Maïs. *Bull. Soc. Botan. de France*, Tome XIV. p. 246, Séance du 29 Novembre.
1899. VRIES, HUGO DE, Sur la fécondation hybride de l'albumen. *Compt. rend. Acad. Paris*, 4. déc.
- 1900, a. — „ —, Sur la loi de disjonction des hybrides. *Compt. rend. Acad. Paris*, 26 mars.
- 1900, b. — „ —, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Vorläufige Mittheilung.) *Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch.*, Bd. XVIII. Heft 3, p. 83 (März-Sitzung 1900).
- 1900, c. — „ —, Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Maïs. *Rev. gén. de Bot.* T. XII, p. 129 u. f. (15. April).
- 1900, d. — „ —, Sur les unités des Caractères spécifiques et leur application a l'étude des hybrides. *Rev. génér. de Botan.* T. XII, (15. Juillet).
- 1900, a. WEBBER, J. H. Work of the United States Department of Agriculture on plant Hybridisation. *Jornal of the Royal Horticultural Society, Hybrid-Conference*, Vol. XXIV. (April.)
- 1900, b. — „ —, Xenia, or the immediate effect of pollen, in Maize. *U. S. Depart. of Agric. Bull. Nr. 22*. Issued September 12.
1899. WEBBER, J. H. and BESSEY, E. A., Progress of Plant Breeding in the United States. Reprint from Yearbook of Department of Agriculture.

II. Weitere, wichtigere Litteratur.

1895. BECK, GÜNTHER, RITTER VON MANNAGETTA, Ueber Mischfrüchte (Xenien) und deren Entstehung. *Wiener Illustr. Garten-Zeitung*, April.
1901. CORRENS, C., Ueber Levkojenbastarde. Zur Kenntniss der Grenzen der Mendelschen Regeln. *Bot. Centr.-Bl.* Bd. LXXXIV, p. 97. (17. Oct.)
1898. DRIESCH, H., Ueber rein-mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden. *Archiv f. Entwicklungsmechanik*, Bd. VII, p. 65 u. f.
1881. FOCKE, W. O., Die Pflanzenmischlinge. Berlin.
1893. GILTAY, E., Ueber den directen Einfluss des Pollens auf Frucht- und Samenbildung. *PRINGSHEIMS Jahrb. wiss. Bot.* Bd. XXV, p. 489.
1826. MENDEL, G., Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Verhandl. des naturf. Vereines in Brünn*, 1866.
1870. — „ —, Ueber Hieracium-Bastarde. *Ebenda*, 1870.
1894. MILLARDET, A., Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. *Extrait des Memoires de la Societé des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, t. IV (4^e Serie), Bordeaux.
1884. NÄGELI, C., Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München.
1863. NAUDIN, CH., Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux. *Nouvelles Archives du Muséum*, Tome I.
- 1900, b. STRASBURGER, E., Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsvertheilung. *Biolog. Centralbl.*, Bd. XX, Nr. 20—24, p. 657 u. f.
1899. THIELE, P., Der Maisbau. Stuttgart.

1900. TSCHERMAK, E., Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Zeitschr. f. d. landwirthschaftl. Versuchw. in Oesterreich, 5. Heft.
 1889. VRIES, HUGO DE, Intracellulare Pangenesis. Jena.
 1900, e. — „ —, Ueber erbungleiche Kreuzungen. (Vorläufige Mittheilung.) Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XVIII, p. 53 (November-Sitzung).
 1892. WEISMANN, A., Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena.

Figurenerklärung zu Tafel I.

Sämmtliche Figuren stellen in doppelter Grösse Körner reiner Rassen (1—28), Xenienkörner (29—93) und Entwicklungsstadien etc. (94—105) dar. Abgesehen von den besonders hervorgehobenen Ausnahmen sind alle Körner so orientiert, wie sie am Kolben stehen, wenn man diesen aufrecht vor sich hält. Von hier aus ist auch das „von oben“, „von unten“, „von der Seite“ zu verstehen. Sie wurden absichtlich nur so weit plastisch dargestellt, als die Färbung dadurch nicht unklar wurde. Bei der Wiedergabe durch den Farbendruck sind nicht alle Töne, auf deren exakte Darstellung ich bei meinen Originalen sehr grosse Mühe verwandt habe, genau gekommen, trotz aller Sorgfalt; besonders enthalten die gelben Töne vielfach zu viel Roth, sodass der Unterschied zwischen „hellgelb“, „gelborange“ und „orange“ nicht deutlich ist. Einige besonders starke Abweichungen sind im Folgenden vermerkt.

I. Reine Rassen.

- Fig. 1, 2. *R. alba*.
 „ 3, 4. *R. leucodon* (Adams Early Table).
 „ 5—8. *R. leucoceras*, 5 von unten, 6, 7 von der Seite.
 „ 9, 10. *R. gilva*.
 „ 11, 12. *R. vulgata*.
 „ 13. *R. nana*.
 „ 14, 15. *R. acuminata*, von der Seite.
 „ 16. *R. rubra*, zur Hälfte geschält.
 „ 17—19. *R. Philippi*, 18 zur Hälfte geschält und um 90° gedreht.
 „ 20—22. *R. dulcis*, 21 um 90° gedreht, 22 besonders wenig runzelig (vergl. p.125).
 „ 23. *R. cyanea*.
 „ 24—26. *R. coeruleodulcis*. 24 wurde reif zur Hälfte geschält und trocknete so aus; um 90° gedreht.
 „ 27, 28. *R. cyanornis*, von unten.

II. Xenien: Körner reiner Rassen mit Bastard-Endosperm.

- „ 29—35. *R. alba*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46). 32—34. „gefleckte“ Körner, 32 und 33 von der Seite; 34 dasselbe Korn wie 33, von unten; 35 mit Sprüngen im Endosperm. Besonders Fig. 29 ist etwas zu dunkel ausgefallen.
 „ 36, 37. *R. leucodon*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 62), 36 um 90° gedreht.
 „ 38. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 68), von unten. Zu stark orange.
 „ 39, 40. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 21), 37 aufgeplatzt, 38 zur Hälfte geschält, beide um 90° gedreht. Das Gelb enthält zu viel Roth.

- „ 41. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 48), zur Hälfte geschält, um 90° gedreht.
- „ 42. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. Philippi* (Vers. 26), um 90° gedreht.
- „ 43. *R. nana*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47), hellstes Korn.
- „ 44. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 37), von der Seite.
- „ 45. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. acuminata* (Vers. 38), von oben, um 90° gedreht.
- „ 46, 47. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 64), von unten, 46 das hellste Korn.
- „ 48. *R. alba*, bestäubt mit der *R. acuminata*, (Vers. 65) von unten.
- „ 49, 50. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. rubra* (Vers. 49), 49 nicht vollkommen „gefüllt“.
- „ 51. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 55).
- „ 52—58. *R. alba*, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 7). Fig. 53 war noch reiner blau. Das Gelb ist zu kräftig (Zusatz des Herausgebers).
- „ 59—61. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 8).
- „ 62. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. rubra* (Vers. 58). Zur Hälfte wurde die Fruchtschale, zu $\frac{1}{4}$ auch die Kleberschicht entfernt; um 90° gedreht.
- „ 63, 64. *R. rubra*, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 18), 63 zur Hälfte geschält und um 90° gedreht, 64 ganz geschält.
- „ 65—73. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. leucoceras* (Vers. 71). Fig. 67 sollte reiner blaugrün sein, in 71 und 73 steckt zu viel Gelb.
- „ 74, 75. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 70), von unten.
- „ 76—78. *R. leucoceras*, bestäubt mit der *R. cyanornis* (Vers. 45), von unten.
- „ 79. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 9).
- „ 80. *R. acuminata*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 67). Sollte reiner gelblich sein.
- „ 81—83. *R. vulgata*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 60). Ebenso.
- „ 84. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. Philippi* (Vers. 31).
- „ 85. *R. gilva*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 61). Wie oben.
- „ 86. *R. dulcis*, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 52). Das Gelb ist etwas zu rötlich (Zusatz des Herausgebers).
- „ 87, 88. *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59), beide um 90° gedreht, 88 zur Hälfte geschält.
- „ 89. *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 27), um 90° gedreht und zur Hälfte geschält.
- „ 90, 91. *R. nana*, bestäubt mit der *R. coeruleodulcis* (Vers. 66).
- „ 92, 93. *R. Philippi*, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 30).
Zu p. 109 u. 130.
- „ 94. *R. vulgata*, das Endosperm hat die Fruchtschale gesprengt.
- „ 95. *R. alba*, ebenso; um 90° gedreht.
- „ 96, 97. *R. cyanornis*, ebenso, dasselbe Korn von der Seite und von unten.
Zu p. 118 u. 120.
- „ 98, 99. *R. cyanornis*, Auftreten des Blau vor der Reife, 98 von der Seite, 99 von unten.
- „ 100—102. *R. coeruleodulcis*, Auftreten des Blau vor der Reife, am selben Kolben.
- „ 103. *R. vulgata*, Auftreten des Gelb vor der Reife.
Zu p. 117.
- „ 104. *R. nana*, krankes Korn mit gestreifter Fruchtschale.
- „ 105. *R. alba* + *R. nana*, krankes Korn mit gelber Fruchtschale, die in der Mitte weggeschnitten, um das farblose Endosperm zu zeigen.

Figurenerklärung zu Tafel II.

Sämmtliche Kolben sind in $\frac{2}{3}$ der natürlichen Grösse aufgenommen. Die Tafel sollte ursprünglich schwarz weissen. Sie wurde dann von M. Rommel & Co. colorirt, da die Farbenunterschiede in der Photographie lange nicht so deutlich kamen, als ich gehofft hatte. Es sollte dabei nur die Farbenvertheilung im Grossen und Ganzen wiedergegeben werden. Auf ganz exakte Wiedergabe der Nuancen ist kein Gewicht gelegt; hierfür soll Tafel I dienen.

- Fig. 1. *R. alba* (1900).
 „ 2. Xenien-Kolben, *R. alba*, bestäubt mit der *R. nana* (Vers. 46, 1900).
 „ 3. Xenien-Kolben, *R. nana*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 47, 1900). Die hellere Färbung gegenüber Fig. 4 tritt nicht hervor.
 „ 4. *R. nana* (1900).
 „ 5. Bastard, *R. alba* + *R. nana*, I. Generation (Vers. 104).
 „ 6. Bastard, *R. alba* + *R. nana*, II. Generation, weiss (Vers. 105).
 „ 7. Xenien-Kolben, *R. alba*, bestäubt mit der *R. cyanea* (Vers. 7, 1900).
 „ 8. Xenien-Kolben, *R. cyanea*, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 8, 1900).
 „ 9. *R. cyanea*.
 „ 10. Xenien-Kolben, *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. leucoceras*, (Vers. 71, Gruppe I).
 „ 11. Xenien-Kolben, *R. coeruleodulcis*, bestäubt mit der *R. vulgata* (Vers. 59).
 „ 12. *R. coeruleodulcis*.
 „ 13. Xenien-Kolben, Bastard *R.* ♀ (♀ *alba* + ♂ *cyanea*) + ♂ *dulcis*, I. Generation aus weissen Körnern, bestäubt mit dem Bastard *R.* ♀ (♀ *alba* + ♂ *cyanea*) + ♂ *dulcis*, I. Generation aus blauen Körnern (Vers. 120).
 „ 14. Bastard *R.* ♀ (♀ *alba* + ♂ *cyanea*) + ♂ *dulcis*, I. Generation aus blauen Körnern, mit sich selbst bestäubt (Vers. 119). Die etwas gelblichere Nuance der runzeligen „weissen“ Körner ist übertrieben worden.
 „ 15. Bastard *R. rubra* + *cyanea*, I. Generation, aus rothen Körnern, mit sich selbst bestäubt (Vers. 85). Hier tritt gerade der Hauptpunkt, die mittlere Färbung vieler Körner, wenig hervor, die meisten der nur wenig blau gefärbten wurden weiss gelassen.
 „ 16. Bastard *R. rubra* + *cyanea*, I. Generation, aus schwarzen Körnern, mit sich selbst bestäubt (Vers. 84).
 „ 17. Xenien-Kolben, *R. alba*, bestäubt mit dem Bastard *R. vulgata* + *cyanea* (Vers. 99).
 „ 18. Xenien-Kolben, Bastard *R.* ♀ [♀ (♀ *alba* + ♂ *cyanea*) + ♂ *dulcis*] blau + ♂ *alba*, I. Generation aus blauen Körnern, bestäubt mit der *R. alba* (Vers. 137). Die Grundfarbe ist viel zu gelb ausgefallen, sie entspricht in Wirklichkeit der von Fig. 1; auch treten die nur wenig blauviolett überlaufenen Körner nicht genügend hervor.

8. Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre.

Sammelreferat, erstattet für die Deutsche Botanische Gesellschaft am 26. September 1901¹⁾.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 19, H. 1, S. 71—94. 1901.

(Eingegangen am 23. October 1901.)

Das nachstehende Referat wird, wie nochmals ausdrücklich bemerkt werden soll, nur über jene Fortschritte auf dem Gebiete der Bastardforschung berichten, die für die Lehre von der Vererbung von Wichtigkeit sind.

Man kann nach den Fragen, auf die sich das rein wissenschaftliche Interesse bezog, in der Geschichte der Bastardforschung²⁾ drei, naturgemäss nicht scharf getrennte Epochen unterscheiden. Im Vordergrund stand in der ersten, etwa bis 1830 reichenden, die Frage nach der Sexualität der Pflanzen, in der zweiten, etwa bis 1875 zu rechnenden, die Speciesfrage, in der dritten die Vererbungsfrage. Die Bedeutung der Bastarde für diese ist so selbstverständlich, dass ich hierbei nicht zu verweilen brauche. Anerkannt ist, dass die Pflanzenbastarde bis jetzt mehr und besseres Material geliefert haben, als die Thierbastarde. Es würde zu weit führen, auf die verschiedenen Gründe hierfür einzugehen. Im Folgenden wird gelegentlich auch auf einige zoologische Arbeiten verwiesen werden.

In der dritten Epoche, in der wir noch stehen, sind größere experimentelle Untersuchungen in relativ geringer Zahl ausgeführt worden; es wurde vorwiegend das in den beiden früheren Epochen gesammelte Material verwerthet.

Im Jahre 1880 erschien FOCKE's (1881) treffliche Zusammenstellung des bis dahin Bekannten. Von den Errungenschaften der folgenden Zeit verdient zunächst einmal die Anwendung der anatomischen Methode auf die Bastarde hervorgehoben zu werden. Inaugurirt³⁾ durch VON WETTSTEIN (1887), gepflegt von HILDEBRAND (1889), MACFARLANE (1892) und

¹⁾ Es musste wegen Zeitmangels beim Vortrag hier und da gekürzt werden.

²⁾ Eine gute Uebersicht giebt FOCKE, 1881, S. 429—445.

³⁾ Einen Versuch in dieser Richtung hatte schon 1831 J. S. HENSLow gemacht (On the Examination of a Hybrid *Digitalis*; Transact. Cambr. Philos. Soc.), und v. WETTSTEIN erwähnt selbst SCHOTT (Wilde Blendlinge österr. Primeln, 1852; vergl. auch REICHENB. Icon. fl. Germ. Vol. XIII) und KERNER (Monographia Pulmonariarum, 1878) als Vorläufer, die Form und Vertheilung der Trichome bei ihren Objecten studirten.

MILLARDET (1894) — wenn ich von weniger wichtigen Arbeiten absehe —, hat sie gelehrt, dass die histologischen Merkmale der Eltern sich im Bastard nicht anders verhalten als die äusseren, morphologischen, ein Ergebniss, das von vornherein sehr wahrscheinlich war. Die rein physiologischen Merkmale, z. B. der Zeitpunkt des Aufblühens¹⁾, verhalten sich ja auch nicht anders.

Dann ist der wissenschaftlichen Experimente zu gedenken, in erster Linie jener HILDEBRAND's (1889 u. f.), MILLARDET's (z. B. 1894), KÖRNICKE's (z. B. 1885) und RIMPAU's (z. B. 1891); von kleineren Arbeiten z. B. jener von NOBBE (1888) über Levkojenbastarde, von FOCKE (z. B. 1893, 1897), FRITZ MÜLLER (1893, 1897), Miss SAUNDERS (1897), J. H. WILSON (1900), H. J. WEBBER (1900) etc. Wie intensiv gleichzeitig die Praktiker gearbeitet haben, zeigt für das Gebiet des Gartenbaues der Bericht der im Juli 1899 in London abgehaltenen „Hybrid Conference“ (1900); derselbe Bericht lehrt aber auch, wie ungeklärt die Ansichten noch sind. Neue Untersuchungen sind dringend nöthig.

Wenn daher im letzten Jahr des verflossenen Jahrhunderts drei Forscher²⁾ im Wesentlichen übereinstimmende Ergebnisse ihrer Untersuchungen veröffentlicht haben, fast gleichzeitig und unabhängig von einander, so ist dieses Zusammentreffen — nicht das erste derartige in der Geschichte unserer Wissenschaft — nur auf den ersten Blick frappierend. Zum Glück ist diesmal ein Prioritätsstreit überflüssig; die Ergebnisse sind im Grossen und Ganzen nur eine Bestätigung jener, die der Augustinermönch GREGOR MENDEL bei den Experimenten erhielt, die er in den 60er Jahren im Garten seines Klosters in Brünn ausgeführt hatte. Sie sind für die uns hier interessirenden Probleme wohl die wichtigsten, die im verflossenen Jahrhundert angestellt wurden, ja man wird überhaupt neben sie nur KÖLREUTER's Arbeiten stellen können. Auf ihre eminent praktische Bedeutung kann ich hier nicht eingehen.

Erscheint uns jetzt merkwürdig, dass diese Untersuchungen so lange unbeachtet bleiben konnten. Wir können es aber begreifen, wenn wir bedenken, dass sie noch in der zweiten der vorher unterschiedenen Epochen erschienen, wo man hoffte, die Speciesfrage durch das Bastardirungsexperiment zu lösen. Als dann die Vererbungslehre mehr in den Vordergrund des Interesses trat, verhinderte der Umstand, dass MENDEL eine schwer zugängliche Vereinsnchrift zur Publication wählte, ihr Bekanntwerden. In neuester Zeit ist hierin Abhilfe geschaffen worden³⁾.

¹⁾ Sehr instructive Angaben hat A. KERNER (1891) für Weidenbastarde gemacht.

²⁾ DE VRIES (1900, a), CORRENS (1900, a) und TSCHERMAK (1900).

³⁾ GOEBEL hat im Ergänzungsband zur „Flora“ 1901 die erste, die Erbsenbastarde behandelnde Arbeit MENDEL's, TSCHERMAK als Nr. 121 von OSTWALD's Klassikern der exacten Wissenschaften beide Arbeiten wieder abgedruckt.

Es ist zunächst nöthig, über die Arbeiten MENDEL's kurz zu referiren; den Weg, auf dem die Resultate gefunden wurden, kann ich dagegen hier nicht einmal andeuten.

Im Jahre 1866¹⁾ veröffentlichte MENDEL nach achtjährigen Versuchen eine Abhandlung „über Pflanzenhybriden“, vorzüglich über solche zwischen Erbsenrassen. Die Ergebnisse lassen sich in folgende drei Hauptsätze zusammenfassen:

1. Die einzelnen Merkmale einer Sippe (Art, Varietät, Rasse) sind unter einander völlig unabhängig. Der Bastardirungsversuch zerfällt daher, nach MENDEL's eigenen Worten, „in ebenso viele einzelne Experimente, als constant differirende Merkmale an den Versuchspflanzen vorkommen.“ — Unterscheidet sich die Sippe I von der Sippe II durch die Höhe, durch die Blütenfarbe und durch die Farbe der Keimblätter, so vereinigen sich bei der den Bastard (I + II) liefernden Befruchtung je zwei Anlagen für die drei differirenden Merkmale: die für die Höhe von I mit der für jene von II, die für die Blütenfarbe von I mit der für jene von II, endlich die für die Farbe der Keimblätter von I mit der für jene von II. Es ist also das Verhalten dreier Merkmalspaare resp. Anlagenpaare zu studiren.

2. Von den correspondirenden, ein Paar bildenden Merkmalen (A, a), durch die sich zwei Sippen I und II, allein oder neben anderen Merkmalen, unterscheiden und deren Anlagen bei der Befruchtung zusammenkamen, zeigt der Bastard stets nur das eine, **dominirende** (A), dieses aber ganz oder nahezu in der ursprünglichen Stärke, während das andere, *recessive* (a), sich nicht zeigt. — So hat der Bastard zwischen einer weissblüthigen Erbsenrasse mit gelben Kotyledonen und einer rothblüthigen mit grünen stets rothe Blüten und gelbe Kotyledonen; dies sind die dominirenden Merkmale. (Prävalenzregel: CORRENS, 1900, b; Satz von der gesetzmässigen Masswerthigkeit der Merkmale: TSCHERMAK.)

3. Bei der Bildung der Keimzellen des Bastardes tritt wieder eine Spaltung der (bei der Bastardbefruchtung vereinigten) Anlagen eines Merkmalspaares ein, derart, dass die *eine Hälfte* der Keimzellen nurmehr die Fähigkeit behält, das *eine* Merkmal (A) zu entfalten, die *andere Hälfte* die, das *andere* Merkmal (a) hervorzu bringen. Beim obenerwähnten Erbsenbastard besitzt eine Keimzelle also entweder nur die Anlage für weisse oder nur die für rothe Blüten und nur

¹⁾ MENDEL's beide Arbeiten erschienen 1866 und 1870, nicht 1865 und 1869, wie TSCHERMAK angiebt; diese Daten beziehen sich auf die Zeit der Vorlegung resp. des Vortrages. Auch mein Separatabdruck der Erbsenarbeit ist 1866 datirt.

die für grüne oder nur die für gelbe Kotyledonen (Spaltungsgesetz: DE VRIES, 1900, a)¹⁾.

Einige weitere Sätze ergeben sich sofort aus diesen Hauptsätzen, wie ich hier nicht im Einzelnen zeigen kann. So folgt aus Satz 1 und 3, dass ein Bastard, dessen Eltern sich durch n Merkmalspaare unterscheiden, 2^n erlei Keimzellen in gleichen Mengen bildet (weil bei der völligen Unabhängigkeit der Merkmale von einander nur der Zufall bestimmt, welche Merkmale zusammenkommen); aus Satz 2 und 3, dass in der zweiten Generation 25 pCt. der Individuen das recessive, 75 pCt. das dominirende Merkmal tragen, und dass von diesen letzteren $\frac{1}{3}$ (25) nur Nachkommen mit dem dominirenden, $\frac{2}{3}$ (50) Nachkommen mit dem recessiven oder dem dominirenden Merkmal geben werden, wieder 25 pCt. mit dem einen und 75 pCt. mit dem anderen.

Auch das Verhalten bei der Verbindung des Bastards mit einer Elternrasse oder einer dritten Rasse lässt sich unschwer ableiten.

Schon die Versuche mit *Phaseolus* hatten MENDEL nicht durchgängig die gleichen Resultate gegeben. In den nächsten Jahren dehnte er seine Versuche auf das Genus *Hieracium* aus und stellte Artbastarde her. Hier stand das Verhalten der Merkmale der Eltern beim Bastard in schroffstem Gegensatz zu dem für die Erbsenrassen festgestellten, sowohl das während der vegetativen Entwicklung, als das bei der Keimzellbildung.

Satz 2 hat hier zu lauten: Statt eines von den zwei correspondirenden, ein Paar bildenden Merkmalen (A, a) der Eltern zeigt der Bastard sehr oft ein neues Merkmal, eine *Zwischenbildung* (a), und zwar entweder immer die gleiche, so oft das Bastardirungsexperiment wiederholt wird, oder verschiedene bald eine mehr dem einen (A), bald eine mehr dem anderen elterlichen Merkmal (a) sich nähernde *Zwischenbildung* (a, a', a'' etc.). In diesem Fall sehen die einzelnen Individuen desselben Bastardes schon in der ersten Generation verschieden aus.

Und Satz 3 lautet hier: Die Bastardpflanze bildet nur einerlei Keimzellen, jede mit den *beiden* Anlagen (A, a) desselben Merkmalpaares; es tritt keine Spaltung ein. Jede liefert bei Selbstbefruchtung eine ihr völlig gleiche Nachkommenschaft. Dies gilt auch, wenn der Bastard in der ersten Generation vielförmig ist.

¹⁾ TSCHERMAK hat diesen 3. Satz in zwei Sätze zerlegt, in den „Satz von der gesetzmässigen Mengenwerthigkeit der Merkmale“ („dass die Zahl der Träger des einen sogenannten dominirenden und des anderen sogenannten recessiven Merkmales in einem für jede Generation bestimmten Verhältnisse stehen“) und den „Satz von der gesetzmässigen Vererbungswerthigkeit oder Spaltung der Merkmale“ („dass die Träger des sogenannten recessiven Merkmales durchwegs, jene des sogenannten dominirenden Merkmales in einem bestimmten Procentsatze 33,3 pCt. oder 1 : 3 samenbeständige Formen darstellen, dass also eine gewisse Spaltung der Mischung (DE VRIES) eintritt“). Ich halte das für keine glückliche Neuerung.

Leider hat MENDEL über diese Versuche, die mindestens bis 1873 fortgeführt wurden, nur im Jahre 1870 in sehr summarischer Weise berichtet; er wurde als Abt seines Klosters in die Wogen des Culturkampfes gerissen und ging darin für die Wissenschaft unter. Zum Glück sind wir aber durch die Habilitationsschrift A. PETER's „Ueber spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung *Hieracium* Sect. *Piloselloidea*“ in Stand gesetzt, die Lücke auszufüllen. MENDEL sandte nämlich seine Hieracienbastarde zur Cultur an NÄGELI, von dem wohl die Anregung zu ihrer Herstellung ausgegangen war. Ausser fünf von den sechs von MENDEL (1870) selbst erwähnten waren in München noch weitere vier vorhanden, einer in zehn, ein anderer in acht Formen, auch ein Tripelbastard war darunter. — Es würde zu weit führen, hier näher auf diese wichtige Ergänzung einzugehen¹⁾.

Wie nicht anders zu erwarten ist, hat auch MENDEL seine Vorgänger gehabt, von denen ich nur SAGERET (1826) und NAUDIN (1863) hervorhebe. War jener zur Annahme gekommen, dass der Bastard im Allgemeinen keine Verschmelzung der elterlichen Charaktere, sondern eine Vertheilung

¹⁾ Da in PETER's Arbeit die Bastarde MENDEL's zwischen den zahlreichen anderen vertheilt beschrieben sind und erst zusammengesucht werden müssen, gebe ich hier eine vollständige Uebersicht, mit den laufenden Nummern, unter denen sie bei PETER aufgeführt sind, ferner mit der Seitenzahl.

I. *Hieracium vulgare a genuinum* 1. normale + *H. Auricula* 1. *epilosum*. (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In zwei Formen: 3. *H. melanochlorum* und 4. *H. oligotrichum*, p. 451.

II. *H. brünnense* + *H. Auricula* 1. *epilosum*. (*H. Pilosella* + *H. Auricula* bei MENDEL, 1870.)

In zwei Formen: 6. *H. coryphodes* und 7. *H. Mendelii*, p. 453.

III. *H. tardans* + *H. Auricula* 1. *epilosum*. (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In einer Form: 8. *H. tardiusculum*, p. 454.

IV. *H. aurantiacum* + *H. Auricula* 1. *epilosum*. (*H. a.* + *H. A.* bei MENDEL, 1870.)

In acht Formen: 15, a. *H. pyrrhanthes a. genuinum* I. *obtusum*; II. *acutulum a. majoriceps*; β . *minoriceps*: 15, b. β . *purpuriflorum*; 15, c. γ . *inquilinum*; 16. *H. rari-pilum*; 17. *H. chrysochroum*; 18. *H. fulvopurpureum*; p. 459—463.

V. *H. brünnense* + *H. cymigerum*. (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In neun Formen: 40, a. *H. canum a. genuinum* 1. *pilosius*; 2. *calvius, a. obtusum*; b. *acutum*; 3. *setuliferum*; 40, b. β . *hirticanum* 1. *epilosum*; 2. *subpilosum*; 40. c. γ . *pilosicanum*; 40. d. δ . *setosicanum*; 41. *H. virenticanum*, p. 481—485.

VI. *H. aurantiacum* + *H. setigerum*. (*H. aur.* + *H. echtioides* bei MENDEL, 1870.)

In zwei Formen: 44. *H. monasteriale* 1. *multipilum*; 2. *parcipilum*, p. 488.

VII. *H. flagellare* + *H. subcymigerum*. (*H. fl.* + *H. praealtum* bei MENDEL, 1870.)

In einer Form: 50. *H. inops*, p. 492.

VIII. *H. aurantiacum* + *H. magyricum*. (*H. aur.* + *H. praealtum* bei MENDEL, 1870.)

In einer Form: 70. *H. calomastix*, p. 121.

IX. *H. brünnense* + (*H. aurantiacum* + *H. magyricum*). (Fehlt bei MENDEL, 1870.)

In einer Form: 71. *H. trigenes*, p. 122.

(X. *H. pratense* + *H. Auricula*, MENDEL 1870, ging in München vor der Untersuchung zu Grunde).

der unveränderten zeige¹⁾, so wurde dieser durch seine Versuche darauf geführt, dass eine „disjonction des deux essences spécifiques dans le pollen et dans les ovules de l'hybride“ vorkomme. Auch GODRON's (1873) Stechapfelbastarde sind hier zu erwähnen. Es fehlte aber noch jenes tiefere Eindringen, das MENDEL durch die scharfe Zerlegung des Artcharakters in die einzelnen Merkmale und die Berücksichtigung der Zahlenverhältnisse erreichte. — Von späteren Arbeiten, die wir jetzt in seinem Sinne verwenden können, seien jene LIEBSCHER's über RIMPAU's Gerstenbastarde (1889)²⁾ und KÖRNICKE's (1885) über solche beim Mais hervorgehoben, die sich an die Erbsenbastarde anschliessen, vor allem aber jene MILLARDET's (1894) über Erdbeerbastarde. Diese schliessen sich eng an die *Hieracium*-Bastarde MENDEL's an und unterscheiden sich nur dadurch, dass ein Verhalten, welches bei diesen nur gelegentlich bei einzelnen Merkmalspaaren vorkommt, ganz allgemein gilt: der Bastard zeigt entweder die Merkmale des Vaters oder die Merkmale der Mutter, und zwar alle des einen oder alle des andern Elters, so dass man ihn gar nicht als Bastard ansehen würde, sondern als ein Individuum einer der Stammsippen, wenn man nicht seine Entstehung wüsste. Dies Verhalten veranlasste MILLARDET, seine Bastarde „faux hybrides“ zu nennen; ich habe an anderer Stelle ausgeführt (1901, a), dass es sich nicht empfehlen dürfte, nach DE VRIES' Vorgang (1900, e) alle Bastarde, die sich wie die Hieracienbastarde MENDEL's verhalten, so zu bezeichnen.

¹⁾ SAGERET sagt z. B. (l. c. 302): „Ainsi donc, en définitive, il m'a paru qu'en général la ressemblance de l'hybride à ses deux ascendants consistait, non dans une fusion intime des divers caractères propres à chacun d'eux en particulier, mais bien plutôt dans une distribution, soit égale, soit inégale, des ces mêmes caractères; je dis égale ou inégale, parce qu'elle est bien loin d'être la même dans tous les individus hybrides provenant d'une même origine, et il y a entre eux une très-grande diversité. (Ces faits sont constatés par une multitude de mes expériences.) Er giebt auch ein sehr instructives Beispiel, einen Melonenbastard, das hierher zu setzen ich mir nicht versagen kann. (Die Anordnung ist ein Wenig geändert.)

	Melon ascendant	Premier hybride	Deuxième hybride	Chaté ascendant
1 ^{er} Chair . . .	jaune	jaune	jaunâtre	blanche
2 ^e Graines . . .	jaunes	blanches	blanches	blanches
3 ^e Peau . . .	Broderie	Broderie	lisse	lisse
4 ^e Côtes . . .	fortement prononcées	assez prononcées	sans côtes	légèrement prononcées
5 ^e Saveur . . .	douce	acide	douce	sucrée et très acide

²⁾ Inzwischen hat TSCHERMAK diese und ähnliche Beobachtungen über Bastarde zwischen Getreiderassen kritisch-historisch betrachtet: Ueber Züchtung neuer Getreiderassen mittelst künstlicher Kreuzung. Zeitschrift für das landwirtsch. Versuchsw. in Oesterreich, 1901. (Zusatz bei der Correctur.)

Wie schon Eingangs erwähnt, sind MENDEL's Angaben im verflonnenen Jahre durch DE VRIES, durch mich und durch TSCHERMAK im Wesentlichen bestätigt worden.

DE VRIES hat speciell das Verdienst, nachgewiesen zu haben (1900 *a, b, c*), dass Merkmalspaare, wie sie die Erbsenbastarde MENDEL's zeigen, bei Bastarden zwischen sich nahestehenden Sippen¹⁾ aus den verschiedensten Verwandtschaftskreisen vorkommen. Solche Paare, wie sie die Hieracium- und Erdbeerbastarde zeigen, fand er bei seinen *Oenothera*-Hybriden (1900 *e*), die auch Fälle einer theilweisen, auf einzelne Individuen beschränkte Spaltung, und auch Spaltung in anderem Zahlenverhältniss als bei den Erbsenbastarden, aufwiesen. Dagegen bestreitet er die Möglichkeit einer Mischung der zwei correspondirenden Merkmale der Eltern zu einem neuen, intermediären Merkmal beim Bastard, für die ich (1900, *a*) selbst bei den Erbsenbastarden Beispiele fand, und für die auch TSCHERMAK eingetreten ist. Wir kommen darauf noch zurück.

Ich gebe nun eine Übersicht über das Verhalten der Merkmale der Elternsippen im Bastard.

Zunächst ist mit aller Schärfe zu betonen, dass das Verhalten der Merkmale während der vegetativen Entwicklung des Bastardes und das Verhalten der Merkmale während der Keimzellbildung vollkommen unabhängig sind; jedes Verhalten während des einen Zustandes verträgt sich mit jedem Verhalten während des anderen.

Wir fassen zuerst das Verhalten während der vegetativen Entwicklung in's Auge.

Haben wir auch die nur scheinbar einheitlichen Merkmale in ihre Componenten zerlegt, so sind die zwei differirenden, antagonistischen, ein Paar bildenden Merkmale (A und a), das von Sippe I (A) und das von Sippe II (a), nur mehr quantitativ verschieden, so dass wir, wenigstens in Gedanken, zwischen sie eine gleitende Reihe von Uebergangsstufen einschieben können, die ich durch eine Punktreihe versinnliche:

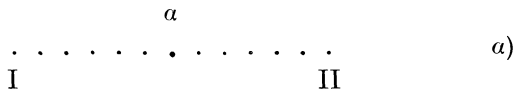


Die Merkmalspaare lassen sich nun in zwei, nicht scharf geschiedene Gruppen bringen, je nachdem sich die zwei Anlagen eines Paares jedes Mal, wenn sie bei einer Bastardbefruchtung zusammengekommen sind, gleich

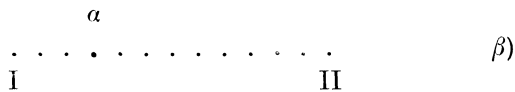
¹⁾ Gerade beim Studium der Bastarde wurde mir die Nothwendigkeit recht klar, eine Bezeichnung zu haben, die es unentschieden lässt, ob eine systematische Einheit eine Species, im weiteren oder engeren Sinne, eine Varietät oder eine Rasse etc. ist. NAEGELI (1884, S. 10) hat dafür das Wort Sippe vorgeschlagen, und es ist zu hoffen, dass DE VRIES (Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten, Leipzig 1901, S. 14) nicht darauf besteht, dieses Wort für „Gesammtart“ oder „Collectivart“ einzuführen. (Zusatz bei der Correctur.)

oder verschieden gegen einander verhalten. Im ersten Fall werden in dem in's Auge gefassten Punkte alle Bastardindividuen unter sich gleich sein, im anderen unter sich verschieden.

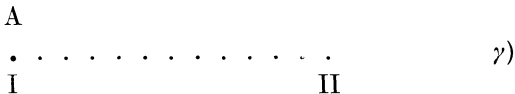
Betrachten wir zunächst ein Merkmalspaar, dessen beide Anlagen sich stets gleich gegen einander verhalten. Dann kann der Bastard entweder ein neues Merkmal α , eine zwischen den elterlichen Merkmalen A und a stehende Bildung zeigen, das annähernd die Mitte hält:



oder dem einen elterlichen Merkmal (z. B. A) näher kommt als dem andern (a):

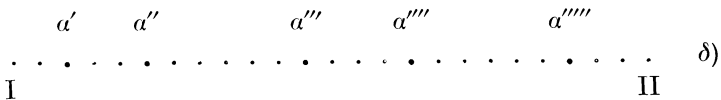


Als Extreme finden wir, dass gar kein neues Merkmal auftritt, sondern eines der elterlichen Merkmale, z. B. A:

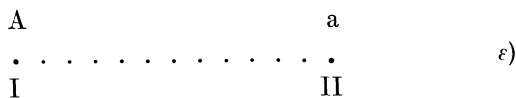


Den zwei ersten Fällen (α , β) entsprechen viele Merkmale der Hieracienbastarde, dem dritten (γ) viele Merkmale der Erbsenbastarde MENDEL's. Um eine kurze Bezeichnung zu haben, nannte ich Merkmalspaare der einen Art (α , β) „homodynam“, Merkmalspaare der anderen Art (γ) „heterodynam“ (1900, d). TSCHERMAK schuf seitdem die Ausdrücke „Merkmale von relativer Masswerthigkeit“ und „Merkmale von absoluter Masswerthigkeit“.

Gehen wir zu einem Merkmalspaar über, dessen Anlagen sich in jedem einzelnen Fall, in dem sie zusammen kommen, verschieden zu einander verhalten können. Hier finden wir bald das eine, bald das andere Glied der Uebergangsreihe, die wir uns construiert haben, realisirt, bei dem einen Bastardindividuum dieses (α'), bei dem anderen jenes (α'') etc.:



Auch hier sind wieder verschiedene Fälle denkbar, so ein extremer, in dem bald das eine Merkmal der Eltern (A), bald das andere (a) unverändert ausgebildet wird, während die Zwischenstufen fehlen:



Wir nennen der Kürze halber Merkmalspaare von jenem Verhalten (δ) poikilodynam — sie sind für manche Hieracienbastarde MENDEL's charakteristisch — und solche vom extremen Verhalten (ϵ) — für welchen die Erdbeerbastarde MILLARDET's das klassische Beispiel liefern — dichodynam (1901, *a*).

Als Specialfall unter den Merkmalspaaren mit verschiedenem Verhalten der Anlagen (δ , ϵ) lässt sich endlich die Mosaikbildung auffassen, bei der die Verschiedenheit nicht zwischen verschiedenen Bastardindividuen, sondern zwischen verschiedenen Theilen ein und desselben Individuums hervortritt. Dabei können im Einzelnen die Paare poikilodynam sein, wie bei den Endosperm-Bastarden des weissen und blauen Maises (1901, *b*), oder dichodynam, wie bei dem von DE VRIES (1900, *b*) beschriebenen Bastarde der blaublüthigen *Veronica longifolia* mit ihrer weissblüthigen Rasse¹). Man kann sagen: bei der Mosaikbildung fällt die Entscheidung, welches Merkmal sich zeigt, oder wie stark sich ein Merkmal zeigt, nur später, auf einer niedrigeren Organisationsstufe: statt beim Individuum, beim Spross, bei der Zelle, ja erst bei einer Vacuole (Aleuronkörner der Kleberschicht des Maises).

Wir gehen nun zu dem Verhalten während der Keimzellbildung über und unterscheiden zwischen Merkmalspaaren, deren Anlagen gespalten werden, bei denen also die eine Hälfte der Keimzellen nur die Anlage für das eine (A), die andere Hälfte die für das andere Merkmal (a) enthält, und Paaren, die nicht gespalten werden, bei denen jede Keimzelle die Anlagen für beiderlei Merkmale (A und a) enthält. Jene kann man schizogon, diese homöogon nennen (1901, *a*). DE VRIES' Bezeichnungen isogon und anisogon, ferner erbgleich und erbungleich (1900, *d*) scheinen mir zu leicht Missverständnisse veranlassen zu können. Als Ausnahme hat DE VRIES (1900, *e*) beobachtet, dass nur einzelne Individuen „spalten“, und dass die Spaltung nach anderen Zahlenverhältnissen stattfindet.

Wie wir schon betonten, verträgt sich jedes Verhalten während der vegetativen Entwicklung mit jedem bei der Keimzellbildung; fassen wir nur die hauptsächlichsten Formen, unter denen sich die Merkmale im Bastard zeigen, in's Auge, so bekommen wir vier Haupttypen. Die Merkmalspaare sind:

	während der vegetativen Entwicklung:	während der Keimzellbildung:
I.	heterodynam	schizogon
II.	heterodynam	homöogon
III.	homodynam	schizogon
IV.	homodynam	homöogon

¹) Ein oft citirtes, sehr schönes Beispiel hat NAUDIN (1863) beschrieben und Tab. II, Fig. A abgebildet. Es stellt jedoch nicht, wie der Verfasser angiebt, den Bastard *Mirabilis Jalapa* + *M. longiflora* dar, sondern einen Bastard zwischen Rassen von *Mirabilis Jalapa*, wie ich später einmal zeigen werde.

Man kann den ersten Typus, den MENDEL bei seinen Erbsenhybriden fand, als *Pisum*-Typus, den vierten, den er bei seinen Hieracienbastarden beobachtete, als *Hieracium*-Typus bezeichnen, der dritte, der z. B. bei den Maisbastarden häufig vorkommt, mag *Zea*-Typus heissen¹⁾; für den zweiten mangelt es noch an ganz sicheren Belegen, doch kann es z. B. kaum einem Zweifel unterliegen, dass er bei *Hieracium*-Bastarden vorkommt.— Es lassen sich noch leicht andere Typen unterscheiden, so ein *Fragaria*-Typus der dichodynamen und homöogenen Paare, die MILLARDET (1894) bei seinen Erdbeerbastarden fand.

Die Bastarde können Merkmale in sich vereinen, die den verschiedenen Typen angehören; es ist deshalb auch nicht möglich, sie nach dem Verhalten ihrer Merkmale zu classificiren. In den relativ seltenen Fällen, wo der Bastard nur Merkmale desselben Typus besitzt, lässt sich der Typus-Name ohne Weiteres auf ihn übertragen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieselben Merkmalstypen sich auch im Thierreich nachweisen lassen. Es würde aber zu weit führen, wenn ich hierauf näher eingehen wollte²⁾.

¹⁾ Einen sehr hübschen Fall lieferten mir die Bastarde zwischen *Hyoscyamus niger*, mit den bekannten gelblichen, violett geaderten Blumenkronen, und *Hyoscyamus (niger f.) pallidus*, dem diese violette Aderung fehlt. DE VRIES giebt an (1900 b), dass *Hyoscyamus niger* dominirt, *Hyoscyamus pallidus* recessiv ist. Ich fand bei meinen in sehr grosser Zahl gezogenen Hybriden die Blumenkrone merklich schwächer geadert als bei *Hyoscyamus niger*, übereinstimmend mit den alten Angaben KÖLREUTER's, war aber doch sehr erstaunt, als eine Bestimmung der Anthocyanmenge — es dauerte ziemlich lange, bis ich eine brauchbare Methode gefunden hatte — mich belehrte, dass in den Blumenkronen des Bastardes nur etwa die Hälfte (genauer 45 pCt.) der Anthocyanmenge gebildet wurde, die bei *Hyoscyamus niger* vorhanden ist. Der Bastard spaltet ganz typisch, 50 pCt. der Individuen der zweiten Generation sehen deshalb genau wie die der ersten Generation aus. Näheres hierüber an anderer Stelle.

²⁾ So ist nach den Untersuchungen v. GUAITA's (1898, 1900) bei den Bastarden zwischen dem Albino der Hausmaus und der japanischen Tanzmaus das Merkmalspaar: Nichttanzen — Tanzen heterodynam (Nichttanzen dominirt) und schizogon: es gehört also zum *Pisum*-Typus. (In der ersten Bastardgeneration trat das Tanzen unter den 21 Individuen nie auf, in der zweiten, durch Inzucht erzielten, bei 8 von den 44 Individuen, statt bei 11, wie die Rechnung verlangt.) Entsprechend verhält sich der Bastard zwischen dem Albino der Hausmaus und der grauen Stammsippe nach DARWIN (1868); die graue Farbe dominirt, und es tritt in der zweiten Generation die weisse wieder auf. Ferner die entsprechende Kreuzung bei Wanderratten nach CRAMPE (1885). Hier waren von 79 Individuen der zweiten Generation 22 weiss, statt der zu erwartenden 20. Aehnlich müssen sich die Bastarde zwischen der Hauskatze und der Angorakatze verhalten (NÄGELI, 1884, S. 199.). Die Hautfarbe bildet beim Menschen homodynamie, die Augenfarbe fast rein dichodynamie Paare (GALTON, 1883, S. 12); rein dichodynam ist z. B. das Merkmalspaar: kurze Beine — lange Beine bei der Kreuzung des Otternschafes mit dem gewöhnlichen Schaf (DARWIN, 1868).

Wenn man sich überlegt, mit welchen Vorsichtsmaßregeln und vor allem in welchem Umfange die Versuche angestellt werden müssten, um jetzt die Gültigkeit der MENDEL'schen Regeln für einen Thierbastard exact nachzuweisen, wegen der Geschlechtertrennung, erscheint es begreiflich, dass sie nicht von einem Zoologen gefunden worden sind.

DE VRIES hat, wie wir schon gesehen, das Vorkommen einer Mischung der elterlichen Merkmale zu einem neuen Merkmal, die Existenz des homodynamen und poikilodynamen Merkmalstypus, mit aller Bestimmtheit in Abrede gestellt. Er giebt ausser der Heterodynamie nur noch die Dichodynamie, diese auch als Mosaikbildung, zu (1900, *a*). „A mon avis, on doit admettre, pour comprendre ce fait, que les hybrides ont quelques-uns des caractères simples du père et d'autres caractères également simples de la mère.“ „L'hybride montre toujours le caractère d'un des deux parents, et cela dans toute sa force, jamais le caractère d'un parent, manquant à l'autre, ne se trouve réduit de moitié.“ Der Bastard kann als Ganzes eine Mittelstellung einnehmen, dann zeigt er aber einzelne unveränderte Merkmale des Vaters neben einzelnen, unveränderten Merkmalen der Mutter. Hieran hält DE VRIES auch in seiner letzten Mittheilung (1900, *e*) fest. Er hat sich noch nicht bestimmt ausgesprochen, wie er das Vorkommen unzweifelhafter, auch nicht auf Mosaikbildung der untersten organischen Einheiten zurückführbarer Mittelbildungen erklären will. Solche hat er z. B. selbst (1888, S. 178) für den Bastard *Phaseolus multiflorus* + *Phaseolus vulgaris nanus* angegeben, wo die Vacuolen der Blumenblattzellen einen rosenrothen Zellsaft statt des farblosen und scharlachrothen der Eltern führen. MENDEL nahm in diesem Falle eine Zerlegung der nur scheinbar einheitlichen Anlage für Scharlachroth an, resp. die Entfaltung einer latenten Anlage. Dass etwas derartiges wirklich vorkommt, ist sicher; ich erinnere nur an den bekannten violettblühenden Bastard zwischen *Datura ferox* und *Datura laevis*, die beide weiss blühen. (Ein hübsches Beispiel aus der zoologischen Litteratur bieten nach (HAACKE und) v. GUAITA (1898) die stets grauen Bastarde zwischen der weissen Hausmaus und der schwarzweiss gefleckten japanischen Tanzmaus.) Ich halte aber eine derartige Annahme nicht für ausreichend. Wenn wir mit ihr z. B. das Aussehen der Endosperme bei der Verbindung zwischen weissem Mais und blauem Mais in der ersten Generation erklären wollen, von denen ein grosser Theil unverändert weiss ist, während andere intensiv blau sind, und noch andere alle denkbaren Abstufungen mit Mischung und Scheckung zeigen (1901, *b*, S. 53 u. f. G. A. 7, 142), so müssten wir die Existenz einer Unzahl von latenten Anlagen annehmen. (Vom Verhalten der zweiten Generation sehen wir noch ganz ab.) Aehnliche Thatfachen lassen sich noch viele finden, man denke z. B. an die *Vitis*-Bastarde MILLARDET's (1894, p. 28), die auf demselben Blatt den Spaltöffnungsapparat theils wie die Mutter, theils wie der Vater ausbilden und dazu noch alle Uebergänge.

Wenn ich DE VRIES recht verstehe, so stellt er das Vorkommen einer Mischung der elterlichen Merkmale zu einem neuen in Abrede, um keine Mischung der entsprechenden Anlagen zu einer neuen annehmen zu müssen. Meiner Meinung nach verträgt sich die Mischung der Merkmale ganz gut mit

dem Getrenntbleiben der Anlagen; denn man kann aus dem Verhalten der Merkmale nicht ohne Weiteres auf das der Anlagen schliessen (vergl. S. 276).

(Inzwischen ist die dritte Lieferung des ersten Bandes der Mutations-theorie erschienen. DE VRIES nimmt dort zur Erklärung der Zwischenstufen („Halbrassen“ und „Mittelrassen“), die zwischen einer Art und einer von ihr abgeleiteten einfachen und reinen Varietät auftreten können, an, dass sich die Anlage für die Eigenschaft der Art und die für die Eigenschaft der Rasse neben einander zeigen können, wobei die eine die andere herabsetzen und eine mittlere Eigenschaft sich entfalten kann, während die Anlagen getrennt bleiben. So schieben sich zwischen *Hesperis matronalis typica*, mit violetten Blüten, und die Sippe *alba*, mit weissen Blüten, Sippen mit weisslichen, blasslila und lila (einfarbigen oder gestreiften) Blüten ein. Diese Vorstellung über das Auftreten nicht hybrider Mittelformen deckt sich mit der, die ich mir von dem Auftreten der hybriden Mittelformen bei Bastarden mit homodynamen Merkmalspaaren gemacht habe (1900, *d*). [Zusatz bei der Correctur.]

Im Allgemeinen dürfte von den zwei Anlagen eines Merkmalpaares jene stärker sein, die, nach anderen Gesichtspunkten beurtheilt, phylogenetisch älter ist; eine Regel, die schon STANDFUSS (1896) für seine Schmetterlingsbastarde aufstellte, die aber DE VRIES (1900, *b*) und ich (1899) nicht immer bestätigen konnten. Man wird in solchen Fällen nicht schliessen dürfen, dass die bisherige Annahme über das phylogenetische Alter der Merkmale falsch sei; der Grund für das unerwartete Verhalten der Bastarde kann eben so gut darin liegen, dass die Anlage für ein schwindendes Merkmal so schwach sein wird, wie die für ein neu auftretendes. Ausserdem sind Fälle bekannt, wo ein neu auftretendes Merkmal (wenigstens theilweise) sofort dominirt. Ich erinnere nur an das bekannte Otter- oder Anconschaf (DARWIN, 1868). Wir werden also durch das Bastardirungsexperiment keine eindeutige Antwort auf die Frage nach dem phylogenetischen Alter der Merkmale erhalten.

Möglicher Weise wird sich später einmal herausstellen, dass ein Merkmal *a*, wenn es aus dem Merkmal *A* durch einen starken Sprung hervorgegangen ist, mit diesem ein heterodynames Paar bildet, wenn es aber allmählich durch zahlreiche kleine Sprünge entstanden ist, ein homodynames. Eine principielle Grenze zwischen Homodynamie und Heterodynamie der Merkmale existirt nicht, wie wir schon sahen (S. 270). Dasselbe Merkmalspaar kann ausserdem bei nahe verwandten Sippen homodynam und heterodynam sein, und in diesem Falle kann das Stärkeverhältniss wechseln, so dass, wenn die Sippe I das Merkmal *A*, die Sippe II und III das Merkmal *a* besitzen, beim Bastard I + II *A* über *a*, beim Bastard I + III

a über A dominiren kann. So bei Erbsenrassen, auch bei Hieracien. *Hieracium flagellare* überträgt z. B. seine Ausläufer bei der Bastardirung mit ausläuferlosen Arten niemals, was *H. Pilosella* stets thut (PETER, 1884).

Es liegt also nicht in der Natur der Anlagen, dass sich die Merkmale so oder so verhalten. Ja, das Verhalten des Merkmals kann sich unter den Händen des Experimentators verändern. Ueber die Wirksamkeit äusserer Einflüsse besitzen wir beachtenswerthe Angaben, schon von KÖLREUTER, WIEGMANN und GÄRTNER. DE VRIES giebt an (1900, e), dass man aus dichodynamen Paaren durch künstliche (vorläufig nicht näher bezeichnete) Eingriffe und durch die Wahl des Pollens heterodynam machen könne. Das Umgekehrte gelang mir neuerdings bei dem Bastard zwischen der gelblichweiss blühenden *Matthiola glabra* und der violett blühenden *M. incana*. Ich erhielt durch ungenügende Ernährung statt homogen violetter Blumenblätter violett- und weissgescheckte; aus einem heterodynamen Paar war also ein dichodynames mit Mosaikbildung geworden. Und bei meinen Versuchen mit Maisrassen (1901, b) zeigte es sich, dass Merkmalspaare, die bei ihrer Vereinigung homodynam waren, nach der Spaltung (in der zweiten Generation), sich fast rein heterodynam erweisen konnten. Einige Angaben auch bei TSCHERMAK (1901)¹⁾. Nach VERNON (1898 und 1900) hat die Jahreszeit, in der das Experiment angestellt wird, (d. h. der Reifegrad der Keimzellen?) bei den Seeigeln einen grossen Einfluss auf das Aussehen der Bastardlarven. Aehnliches liesse sich vielleicht auch bei Pflanzen nachweisen, wenn schon mit grösseren Schwierigkeiten.

Warum die einen Merkmalspaare spalten, die anderen nicht, ist eine Frage, zu deren Beantwortung wir erst eine zu verschwindende Anzahl von That-sachen besitzen.

Wir wollen nun versuchen, Schlüsse aus dem Verhalten der Merkmale auf das Verhalten ihrer Anlagen zu ziehen. Dabei gerathen wir gleich auf unsicheren Boden.

Wir verstehen unter Anlage zunächst ganz allgemein den Apparat, durch dessen Anwesenheit in der Eizelle und im Pollenkorn für die Übertragung eines Merkmals der Eltern auf den neuen Organismus gesorgt ist.

Die erste Frage ist die, wie sich die zwei Anlagen A und a eines Paares correspondirender Merkmale nach der Vereinigung bei der Befruchtung und während der vegetativen Entwicklung des Bastardes verhalten, ob jede Anlage ihre Individualität beibehält, oder ob sie zu einer neuen Anlage \mathfrak{A} ver-

¹⁾ TSCHERMAK lässt die Werthigkeit der Merkmale auch von der Generationszahl abhängig sein. Es sind damit aber nur die von der Spaltungsregel bedingten Veränderungen gemeint.

schmelzen. Ich neige der ersten Annahme zu. Natürlich darf man aus dem Auftreten des intermediären, neuen Merkmales \mathfrak{A} bei homodynamen Paaren nicht ohne Weiteres auf die Neubildung einer Anlage schliessen, so wenig wie aus der Entfaltung nur einer Anlage (A) bei einem heterodynamen Paar auf eine wirkliche Beseitigung der anderen (a). Ist doch kein Grund einzusehen, warum nicht die blossе Anwesenheit der einen Anlage (A) die Entfaltung der anderen (a) nicht nur ganz, sondern auch nur mehr oder weniger hemmen kann, wie ein dritter Körper das Gelingen einer chemischen Reaction zwischen zwei anderen. Wir wissen ja, dass es sich bei den zwei differirenden Merkmalen eines Paares immer nur um einen quantitativen Unterschied handelt. Welche Schwierigkeiten es bietet, sich die Verschmelzung vorzustellen, zeigen die Bemühungen NÄGELI's (1884, S. 215f.). Auch lässt sich die Spaltung der Anlagen eines schizogonen Paares bei der Keimzellbildung eher verstehen, wenn wir ein Getrenntbleiben der Anlagen annehmen. Sie kann, wie wir sahen, auch eintreten, wenn die Merkmale sich zu einem neuen mischen (*Zea*-Typus).

Die zweite Frage ist die, ob nach der „Spaltung“ die Keimzellen des Bastardes wirklich nur mehr eine Anlage eines Merkmalspaares (z. B. A) enthalten, und je die correspondirende Anlage (a) entfernt ist, oder ob noch beide vorhanden sind, die eine (a) aber entwicklungsunfähig geworden ist. Hier gebe ich der ersten Annahme den Vorzug. Sie erklärt vor allem gut, dass ganz allgemein die Individuen der zweiten Generation des Bastardes, die das recessive Merkmal (*a*) zeigen, bei Selbstbestäubung weiterhin völlig constant bleiben, während es Schwierigkeiten bereitet, sich vorzustellen, wie die Anlage für das recessive Merkmal (*a*), die sich in der ersten Generation gar nicht entfalten konnte, von der zweiten Generation an auf einmal in der Hälfte der Fälle die bis dahin dominirende Anlage (A) völlig und anscheinend für immer unterdrücken kann.

Wir dürfen also als wahrscheinlich annehmen: Getrenntbleiben der Anlagen nach der Bastardbefruchtung und wirkliche Spaltung bei der Keimzellbildung. Hiervon ausgehend, können wir, zunächst für die Stammsippen der Bastarde mit Merkmalen vom *Pisum*- und *Zea*-Typus, schliessen:

1. dass für jedes Merkmal eine besondere, ich möchte sagen individualisirte Anlage vorhanden ist, und
2. dass die einzelnen Anlagen im Keimplasma einer Sippe nicht fest mit einander verbunden sein können;

und das gilt wohl für alle Merkmale, weil es zwar noch nicht bewiesen, aber doch sehr wahrscheinlich ist, dass alle Merkmalspaare, im einen oder anderen Verwandtschaftskreis, „spalten“ werden.

Es sind dies Ergebnisse, die, für sich allein genommen, durchaus für die Pangenesis-Hypothese DARWIN's (1868) sprechen, in der Form, in der sie DE VRIES (1888) wiederbelebt hat. Die physiologischen Einheiten SPENCER's fallen, wie die Plastidule HÄCKEL's, weg, weil sie Anlagen für den ganzen Artcharakter, nicht für die einzelnen Merkmale, sind; dem Idioplasma NÄGEL's und dem Keimplasma WEISMANN's fehlt die Beweglichkeit der constituirenden Anlagen. — WEISMANN (1892) hat in geistvoller Weise versucht, die Vielförmigkeit der Bastarde in der zweiten Generation mit einer festen Bindung der Anlagen im Keimplasma zu vereinigen (1892, S. 396f.). Dabei wird aber der Artcharakter der Elternsippen, I und II, als Ganzes genommen, so dass wohl das Auftreten von Bastarden ($7/8$ I + $1/8$ II), ($6/8$ I + $2/8$ II), ($5/8$ I + $3/8$ II) etc. erklärt wird, nicht aber das eines Bastardes mit mehreren spaltenden Merkmalspaaren (A a, B b, C c, D d), etwa zwischen zwei Erbsen- oder Maisrassen, der in zweiter Generation in 16 verschiedenen Formen, z. B. A b C d; a B c D; A B c d; a b C D etc., auftritt.

Es ist nicht leicht, das postulierte Verhalten der Anlagen mit den cytologischen Daten in Uebereinstimmung zu bringen. Es liegt nahe genug, den Sitz der Anlagen in bekannter Weise (vgl. z. B. O. HERTWIG, 1900) in den Kern, speciell in die Chromosomen zu verlegen, und die Spaltung der Paare während einer Kerntheilung geschehen zu lassen, so dass die eine Längshälfte des Chromosoms, und dann der eine Tochterkern, die Anlage für das Merkmal A, die andere Längshälfte resp. der andere Tochterkern, die für das Merkmal a erhält. Diese Theilung wäre dann die qualitative Reductionstheilung WEISMANN's, in rein physiologischem, nicht in morphologischem Sinne, d. h. was das Resultat, nicht was den Modus angeht.

Abgesehen davon, dass diese Annahme die saubere Trennung der Anlagen der einzelnen Paare erklärt, lässt sie uns auch ungezwungen das Zahlenverhältniss 1 : 1, das zwischen den Keimzellen mit der Anlage für das Merkmal A und jenen mit der für das Merkmal a zu bestehen pflegt, verstehen. Der Umstand, dass bei der Bildung der weiblichen Keimzellen das eine Product der Reductionstheilung zu Grunde geht, spricht nicht dagegen, und ebenso wenig das Vorkommen anderer Zahlenverhältnisse; man braucht bloss anzunehmen, dass nicht, wie bei dem Verhältniss 1 : 1, bei gleicher Stärke der Zufall entscheidet, welches Theilungsproduct erhalten bleibt, sondern eine in den Anlagen liegende, ungleiche Stärke¹⁾. Dass die Reductionstheilung bei den

¹⁾ Es kann auch noch auf andere Weise, trotz des Zahlenverhältnisses 1 : 1 der Keimzellen, eine abweichende procentige Zusammensetzung der Nachkommenschaft zu Stande kommen, wenn nämlich nicht alle drei möglichen Verbindungen (A + A, A + a, a + a) gleich leicht gelingen. Es möge eine, z. B. a + a, nur in 50 pCt. der Fälle gelingen, d. h. einen Embryo liefern. Dann kann das Verhältniss A + A : A + a : a + a, statt 25 : 50 : 25 auszumachen, zwischen 29 : 57 : 14 und 25 : 58 : 17 schwanken. Bedingung ist, dass die Neigung zur Sterilität mit einem bestimmten Merkmal „conjugirt“ ist. (Zusatz bei der Correctur.)

Pflanzen nicht durch eine Quertheilung der Chromosomen zu Stande kommt, hat noch jüngst STRASBURGER (1900) mit aller Bestimmtheit angegeben. Wir müssen deshalb mit der Längsspaltung der Chromosomen operiren. Es hat keinen Werth, hier näher auf das mögliche Verhalten der Anlagen einzugehen (1900, b). Nur so viel sei noch bemerkt, dass Unregelmässigkeiten, wie sie JUEL (1900) neuerdings beobachtet hat, zweifellos mit der Spaltung der Anlagen in keinem Zusammenhang stehen. Wirkliche Schwierigkeiten liegen z. B. darin, dass nach den Angaben der Histologen die Chromosomen der Eltern bei der Befruchtung mit den Enden verschmelzen, und darin, dass bei demselben Bastard spaltende und nichtspaltende Merkmalspaare vorkommen.

Sicher ist — die Bastardirungsversuche mit Maisrassen haben mich das gelehrt —, dass die zwei generativen Kerne im Pollenschlauch und die acht Kerne im Embryosack des Bastardes nur mehr eine Anlage von jedem spaltenden Merkmalspaar besitzen¹⁾.

Wie die Spaltung der Anlagenpaare bei der Keimzellbildung auch im Einzelnen geschehen mag, ich glaube, dass wir an der Vorstellung einer dauernden festen Bindung derselben im Keimplasma nicht festhalten können, sondern, wegen ihrer Mischbarkeit, wenigstens für gewisse Zeiten eine Beweglichkeit annehmen müssen, wie sie DE VRIES schon in seiner Pangenesis behauptet hat. Dann bleibt aber, wie WEISMANN (1892, S. 17 u. f.), meiner Meinung nach, mit ebenso viel Recht, DE VRIES gegenüber hervorgehoben hat, unverständlich, wie die Entwicklungsfolge der Anlagen bestimmt wird. Die Berücksichtigung dieses Punktes hat WEISMANN, gerade wie NÄGELI, zu einer festen Verbindung der Anlagen im Idioplasma geführt.

Bei dem Bestreben, den auf der Hand liegenden Widerspruch zu beseitigen, bin ich auf eine Vorstellung gekommen, mit der ich nicht hinter dem Berge halten will, obschon ich weiss, dass sie als arge Ketzerei aufgenommen werden wird. Ich möchte nämlich den Sitz der Anlagen, ohne feste Bindung, in den Kern, speciell die Chromosomen verlegen, und daneben noch ausserhalb des Kernes, im Protoplasma, einen Mechanismus annehmen, der für ihre Entfaltung sorgt. Die Anlagen können nun beliebig durch einander gewürfelt werden, wie die bunten Steinchen in einem Kaleidoskop; sie entfalten sich an der richtigen Stelle. Ohne mich hierauf näher einzulassen, möchte ich noch an einem Beispiel zeigen, wie ich das meine.

¹⁾ Wegen des Zeitpunktes der Spaltung verweise ich auf eine frühere Erörterung (1901, b, S. 146, G. A. 7, 247) und bemerke nur noch, dass auch beim Bastard zwischen weissem und rothem *Papaver Rhoeas* in der ersten Generation der Pollen gleichmässig blaugrau gefärbt ist, wie bei dem Epilobien-Bastard.

(STRASBURGER vertritt hierin, wie in der Frage nach der Durchführung der „Spaltung“ überhaupt, eine andere Ansicht und hat ihr inzwischen nochmals Ausdruck verliehen (Botan. Zeitg. 1901, No. 25 der II. Abth.). Es würde viel zu weit führen, hierauf an dieser Stelle einzugehen. [Zusatz bei der Correctur.]

Es giebt bei ein und derselben Sippe Gruppen von Merkmalen, die wie Einheiten vererbt werden, und zwar lassen sich zweierlei derartige Gruppen unterscheiden; die eine umfasst die „conjugirten“ Merkmale (1900, *d*), die, wie die Blütenfarbe und die Behaarung der Blätter bei den Levkojen, offenbar nichts mit einander zu thun haben und uns hier nichts angehen, die andere die „halbidentischen“ (1900, *d*) oder „halbselbständigen“ Merkmale (1901, *b*). Ein Beispiel von solchen hat schon MENDEL (1866, S. 11) gefunden: Bei den Erbsen wird mit der rothen Blütenfarbe stets der rothe Fleck in der Blattachsel vererbt. Beide Merkmale entstehen durch die Entfaltung derselben Anlage, der zur Anthocyanbildung; daneben muss aber auch noch der Ort bestimmt sein, wo sie auftreten. Ich kann mir nun vorstellen, dass dieser Ort gegeben wird durch Entwicklungsvorgänge, die ausserhalb des Kernes liegen; steckt dann in den Kernen die Anlage für die Ausbildung des rothen Farbstoffes, so giebt es die rothen Blumenblätter und die rothen Flecken in den Blattachsen, fehlt sie, so bleiben die Blumenblätter weiss und die Blattachsen grün. — Eine Consequenz dieser Ansicht ist, dass der Entfaltungsmechanismus beim Kinde im Wesentlichen der der Mutter sein wird, eine Annahme, vor der ich nicht zurückschreke. Sie steht auch nicht ganz allein; wie ich nachträglich fand, ist DRIESCH schon 1894 auf anderem Wege dazu gelangt, neben dem Anlagengemisch im Kern den Eibau als gegeben anzunehmen, „von denen nur letzterer formal, aber nicht complicirt formal ist“. Auch REINKE (1899) hat betont, dass, wenn man „Pangene“ etc. annehme, doch besondere Dominanten erforderlich wären, um sie zu bilden und in die richtigen Bahnen zu leiten und an die Orte zu bringen, wo sie thätig sein sollen. Er hält deshalb diese Hypothese für überflüssig¹⁾.

DE VRIES hat die Vorstellung entwickelt (1888), die sich auch schon bei NÄGELI (1884) findet, dass dasselbe Merkmal bei allen Sippen, die es besitzen, durch die Entfaltung derselben Anlage bedingt ist, dass z. B. alle grünen Pflanzen dieselbe Anlage zur Chlorophyllbildung besitzen. Darauf beruht gerade die bestechende Einfachheit seiner Theorie, die aus relativ wenigen Elementen durch Combination alle die verschiedenen Formen entstehen lässt, wie dieselben bunten Körperchen im Kaleidoskop immer und immer wieder neue Bilder geben. Zu den Consequenzen der Hypothese gehörte aber, meiner Meinung nach, dass dieselben Anlagen auch stets das gleiche Verhalten gegen einander zeigen; das ist jedoch, wie wir schon sahen (S. 275), nicht der Fall.

Ich glaube, dass die ganze Annahme von der Identität der Anlagen, genauer betrachtet, in den meisten Fällen ohnehin an Wahrscheinlichkeit

¹⁾ Man vergleiche auch die inzwischen erschienene Einleitung in die theorethische Biologie REINKE's, vor allem Cap. 32, die Vererbung. (Zusatz bei der Correctur.)

verliert. Halten wir uns an das eine, schon erwähnte Beispiel, die Chlorophyllbildung der grünen Pflanzen. Hier kommen quantitativ die verschiedensten Abstufungen vor, auch noch unter Formen, die in den gleichen äusseren Verhältnissen leben. Ich zweifle nicht, dass mit einer hinreichend genau arbeitenden Methode sich nachweisen liesse, dass der Chlorophyllgehalt auch bei nächstverwandten Sippen gerade so oft und so gut spezifische Merkmale liefern kann, wie etwa die Blattstellung oder die Höhe der ganzen Pflanze. Statt einer einzigen Anlage für Chlorophyllbildung müssten wir also, wenn wir an der Unabhängigkeit der Anlagen von einander festhalten, eine ganze Menge der verschiedensten Anlagen annehmen, und dadurch geht gerade der oben betonte Vorzug der Theorie verloren.

Die heutigen Vorstellungen über die Natur der Anlagen, die sie beinahe zu Mikroorganismen machen, haben gewiss nur eine temporäre Giltigkeit¹⁾. Es lassen sich jetzt schon Bausteine zu einer anderen Auffassung sammeln. Wir wissen z. B., dass bei den Erbsen die grüne Farbe der Cotyledonen recessiv, die gelbe dominierend ist. So gut wie durch die Bestäubung der Blüthe mit dem Pollen einer gelbkeimigen Erbse, werden die grünen Folger-Erbsen auch dadurch in gelbkeimige verwandelt, dass eine Larve (des Erbsenkäfers?) daran frisst. Das Gelbwerden beruht natürlich nicht auf der Entfaltung einer latenten „gelben“ Anlage, sondern auf einem auf die „grüne“ Anlage ausgeübten Reiz, wohl einer chemischen Einwirkung.²⁾

Es würde zu weit führen, noch näher auf den „Einfluss des Geschlechts“ auf das Aussehen des Bastardes einzugehen, obwohl sich die Frage hier naturgemäss anschliessen würde. Auf zoologischem Gebiet sind solche Angaben häufig. Allbekannt, aber meines Wissens noch immer nicht genau festgestellt, ist das Beispiel von Maulesel und Maulthier. Erst neuerdings hat STANDFUSS (1896) für seine Schmetterlingsbastarde einen stärkeren Einfluss des Männchens behauptet, und DRIESCH (1898) hat bei seinen Seeigelbastardlarven gefunden, dass sie in einer ganzen Reihe von Merkmalen (die sich aber sämmtlich auf frühe Entwicklungsstadien beziehen) ganz gleich den Larven der als Mutter dienenden Sippe waren.

¹⁾ Man vergleiche dazu die inzwischen erschienene Arbeit HANS WINKLER's „Ueber Merogonie und Befruchtung“ (Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXXVI, pag. 767). Dort sind auch die einschlägigen Aeusserungen F. MIESCHER's (Histochemische und physiologische Arbeiten, Bd. I, 1897) citirt. (Zusatz bei der Correctur.)

²⁾ Ich bemerke daher, dass eine Pollenübertragung durch die Mütter der Larven, wie in den von TSCHERMAK (1901, S. 24 d. S.-A.) beobachteten Fällen, nicht die Ursache der Farbänderung gewesen sein kann.

Von den Angaben in der botanischen Litteratur ist ein Theil sicher irrtümlich¹⁾, ein anderer zwar richtig beobachtet, aber dadurch zu erklären, dass das betreffende Merkmal des Bastardes nicht selbstständig, sondern von einem Merkmal der Mutterpflanze direct abhängig ist. Besonders deutlich ist das bei der Grösse und Form des Bastardendosperms und des Bastardkeimlings beim Mais, für welche die Form und Capacität der von der Mutter gebildeten Fruchtschale bedingend sind. Die neuerdings von TSCHERMAK (1901) beobachteten Fälle bei Erbsen und Bohnen sind wohl alle hierher zu rechnen.

Nach Abzug von alledem bleiben immer noch eine Anzahl sicher festgestellter Fälle übrig, aus der neuesten Litteratur z. B. die von FRITZ MÜLLER untersuchten Bastarde zwischen *Ruellia formosa* und *silvaccola* (1893). Bei jenen, die ich selbst untersucht habe, den Endospermbastarden des Mais (1901, *b*) und den Keimlingen der Levkojen (1900, *d*), gleicht der Bastard in dem fraglichen Punkte stets mehr der Mutter als dem Vater, ähnlich den schon erwähnten Bastardlarven von Seeigeln nach DRIESCH. Auf die Erklärung dieser Fälle will ich hier nicht eingehen (vergl. 1899 und 1900, *c*, 1901, *b*)²⁾, und nur noch bemerken, dass auch bei Pflanzen ein überwiegender

¹⁾ Von den verschiedenen, immer wieder citirten Fällen, deren Controlle ich begonnen habe, will ich hier nur einen erwähnen. Bei dem Bastard *Petunia nyctaginiflora* + *violacea* soll „die männliche Stammart den stärkeren Einfluß auf die Blütenfarbe des Bastardes ausüben“, indem $n \text{ ♀} + v \text{ ♂}$ vorherrschend blassviolette $v \text{ ♀} + n \text{ ♂}$ weisse oder kaum merklich violett angehauchte Kronen besitzen soll (Focke, 1881, S. 293, dort die ältere Litteratur). Ich verglich 158 Individuen der einen Verbindung mit 124 der anderen und erhielt folgendes Resultat:

Farbe der Krone	<i>nyct.</i> ♀ + <i>viol.</i> ♂		<i>viol.</i> ♀ + <i>nyct.</i> ♂	
		pCt.		pCt.
I. purpurviolett	149	94,3	117	94,4
II. auffällig blasser	7	4,4	4	3,2
III. fast weiss	2	1,3	3	2,4
II und III zusammen	9	5,7	7	5,6

Es zeigte sich also gar kein Einfluss des Geschlechtes.

Bei den als „purpurviolett“ zusammengefassten Kronen schwankte die Farbe auch noch merklich, doch machten die Aenderungen, die eine und dieselbe Krone vom Aufblühen bis zum Verblühen zeigt, eine genauere Feststellung zu unsicher.

Beide Stammarten waren auf ihre Constanz geprüft worden. Ich weiss recht wohl, dass meine „*P. violacea*“ nicht der ursprünglichen Form (*Salpiglossis integrifolia*, Bot. Mag. t. 3113) entspricht; das that aber GÄRTNER's Pflanze ebenso wenig. (Vergl. dazu L. H. BAILEY, The Survival of the Unlike, 1896, p. 465: Evolution of the Petunia.)

²⁾ DRIESCH hat aus seinen Versuchen den Schluss gezogen, dass nicht der Kern allein, sondern auch das übrige Eiplasma Träger erblicher Eigenschaften sei. Ich glaube, wir können auch annehmen, dass es sich nur um Eigenschaften handle, für deren Entfaltung schon vor der Vereinigung des männlichen Kernes mit dem weiblichen (von Seiten des letzteren) Vorbereitungen getroffen waren. Ein Beispiel möge das deutlich machen. Wir wissen, dass die Chlorophyllkörper eines Bastardes hervorgehen aus Leukoplasten, die in der Eizelle bei der Befruchtung schon vorhanden sind. Zeigen die Chloro-

Einfluss des männlichen Geschlechts angegeben wird, so von NOBBE (1888) für *Matthiola*-Bastarde, speciell für den Habitus und die Neigung, gefüllte Blüten hervorzubringen. Doch konnte ich bei meinen *Matthiola*-Bastarden hiervon nichts wahrnehmen.

Auf das räthselhafte, von F. MÜLLER (1897), beschriebene Verhalten der *Marica*-Bastarde sei hiermit aufmerksam gemacht.

Ich muss noch die Frage nach dem Vorkommen des „directen Einflusses“ des fremden Pollens auf Samen oder Frucht, der Xenien (Focke, 1881), streifen. Jene Fälle, wo er am sichersten festgestellt schien, sind jetzt aufgeklärt (1901, b, S. 98 u. f., G. A. 7, 196).

Zum Theil handelt es sich um Veränderungen durch den Embryo (Erbsen, Levkojen), die gar keiner besonderen Erklärung bedürfen, zum Theil um solche durch das Endosperm, das ja, wie wir seit NAWASCHIN's und GUIGNARD's Untersuchungen wissen, auch einer Befruchtung seine Existenz verdankt (Mais, Roggen; gewiss auch bei Reis, Sorghum und Hirse nachweisbar). Der Rest der Beobachtungen ist durchaus zweifelhafter Natur. Directe oder correlative Veränderungen der Mutterpflanze durch den Bastardembryo oder das Bastardendosperm die zufällig mit Merkmalen des Vaters übereinstimmen, gehören natürlich nicht hierher. Speciell haben alle meine Versuche beim Mais ein durchaus negatives Resultat gegeben. Wir dürfen ruhig die sichere Constatirung auch nur eines Falles abwarten, ehe wir uns um eine Erklärung bemühen. Ganz dasselbe dürfen wir auch von der Telegonie sagen, besonders seitdem vom RATH (1898) auf eine wichtige Fehlerquelle wieder aufmerksam gemacht hat.

Was endlich die Frage nach der Existenz der Pfropflybride betrifft, die sich hier ebenfalls anschließen, so glaube ich, dass das, was in letzter Zeit hierüber veröffentlicht worden ist, vor Allem von DANIEL (1900), nicht im Stande ist, die Zweifel zu entkräften, die VÖCHTING (1892, 1894) an ihrem Vorkommen geäußert hat. Directe und correlative Einflüsse sind nicht genügend beachtet worden.

phyllkörper des Vaters andere Eigenschaften als die der Mutter, so können sich diese nur so zeigen, dass die Leukoplasten der Mutter früher oder später (vom neuen Kern aus) beeinflusst werden; eine gewisse Zeit nach der Befruchtung zeigen sie sicher stets noch rein mütterliche Merkmale. Wie lange dieser Zustand dauert, wissen wir nicht; man kann sich aber leicht vorstellen, dass er so lange anhält, dass die directe Beobachtung die Constatirung dieser Thatsache gestattet. Eine entsprechende Annahme wird sich auch für die Färbung, den Theilungsrythmus etc. der Seeigeleier machen lassen.

Wenn ich hiermit mein Referat schliesse, so bin ich mir wohl bewusst, nur einen Theil der Thatsachen berücksichtigt und auch diesen nur berührt, nicht erschöpft zu haben. Mehr war aber im Rahmen eines derartigen Vortrags kaum möglich.

Litteratur-Verzeichniss.

Das Verzeichniss macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, es enthält nur die Arbeiten, die ich aus dem einen oder anderen Grunde erwähnen zu müssen glaubte.

1885. CRAMPE, Die Gesetze der Vererbung der Farbe. Zuchtversuche mit zahmen Wander-
ratten. Landw. Jahrb., Bd. XIV, p. 379 und 539.
1899. DANIEL, L., La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis. Ann.
des sciences natur., 8. série, Botanique, t. VIII, p. 1—226.
1868. DARWIN, C. R., The variation of animals and plants under domestication. 2 Vol.,
London.
1894. DRIESCH, H., Analytische Theorie der organischen Entwicklung. Leipzig.
1898. — Ueber rein mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden. Archiv
für Entwicklungsmechanik, Bd. VII, S. 65 u. f.
1881. FOCKE, W. O., Die Pflanzenmischlinge. Berlin.
1893. — Beobachtungen an Mischlingspflanzen. Abhandl. des naturw. Ver. zu Bremen,
Bd. XII, Heft 3 (März), S. 403.
1897. — Neue Beobachtungen über Artkreuzung und Selbststerilität. Ibid. Bd. XIV,
Heft 2 (April), S. 297.
1889. GALTON, F., Natural Inheritance. London.
1873. GODRON, A., Des hybrides et des métis de *Datura* étudiés spécialement dans leur
descendance. Nancy.
1898. GUAITA, G. v., Versuche mit Kreuzungen von verschiedenen Rassen der Haus-
maus. Ber. der Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B., Bd. X, Heft 3.
1900. — Zweite Mittheilung über Versuche etc. Ebendort, Bd. XI, Heft 2.
1898. HERTWIG, O., Die Zelle und die Gewebe. II. Buch, Jena.
1889. HILDEBRAND, F., Ueber einige Pflanzenbastardirungen, Jenaische Zeitschrift für
Naturwissenschaften, Bd. XXIII, S. 413 u. f.
1898. — Die Gattung *Cyclamen*. Jena.
1899. — Einige weitere Beobach'tungen und Experimente an *Oxalis*-Arten. Bot. Centralbl.
Bd. LXXIX, S. 4 u. f.
1900. — Ueber Bastardirungsexperimente zwischen einigen *Hepatica*-Arten. Ibid.,
Bd. LXXXIV, S. 65.
1900. Hybrid Conference Report. Journal of the Royal Horticultural Society,
Vol. XXIV.
1900. JUEL, H. O., Beiträge zur Kenntniss der Tetradentheilung: II. Die Tetraden-
theilung bei einer hybriden Pflanze. PRINGSCH. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXV
(Heft 4), S. 638.
1891. KERNER, A., Pflanzenleben, Bd. II (I. Auflage).
1885. KOERNICKE, F. und WERNER, H., Handbuch des Getreidebaues. 2 Bände, Bonn.
1889. LIEBSCHER, G., Die Erscheinungen der Vererbung bei einem Kreuzungsproducte
zweier Varietäten von *Hordeum sativum*. Jenaische Zeitschrift für Naturwissen-
schaften, Bd. XXIII, S. 215 u. f.
1892. MACFARLANE, J. M., A comparison of the minute structure of plant hybrids with
that of their parents, and its bearing on biological problems. Transact. R. Soc.
Edinburgh, Vol. XXXVII, p. 203—268.
1900. — Observations on some hybrids between *Drosera filiformis* and *D. intermedia*.
Wieder abgedruckt: Hybrid Conference Report, p. 241.

1866. MENDEL, G., Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandl. des naturf. Vereins in Brünn, 1866.
1870. — Ueber *Hieracium*-Bastarde. Ibid., 1870.
1901. — Versuche über Pflanzenhybriden. Flora 1901, Ergänzungsband, S. 364—403. (Erbsen-Arbeit.)
1901. — Versuche über Pflanzenhybriden. OSTWALD's Klassiker der exacten Wissenschaften, Nr. 121. (Erbsen- und Hieracien-Arbeit, herausgeg. von TSCHERMAK.)
1894. MILLARDET, A., Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. Mém. Soc. Sc. phys. et natur. de Bordeaux, t. IV, 4. série.
1893. MÜLLER, F. (Blumenau), Mischlinge von *Ruellia formosa* und *syllaccola*. Abh. naturw. Ver. Bremen (März), Bd. XII, Heft 3.
1897. — Ein Versuch mit Doppelbestäubung. Flora, Bd. 83, S. 474 u. f.
1884. NÄGELI, C., Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München.
1863. NAUDIN, Ch., Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux. Nouvelles Archives du Muséum, tome I.
1888. NOBBE, SCHMIDT, HILTNER und RICHTER, Untersuchungen über den Einfluss der Kreuzbefruchtung auf die Nachkommenschaft. Landw. Versuchs-Stat., Bd. XXXV, S. 149.
1884. PETER, A., Ueber spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung *Hieracium* Sect. *Piloselloidea*. ENGLER's botan. Jahrb., Bd. V, Heft 2, 3, 5, Bd. VI, Heft 2.
1898. RATH, OTTO VOM, Können bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfes von verschiedenen Vätern abstammen? Biol. Centralbl., Bd. XVIII, S. 637 u. f.
1899. REINKE, J., Gedanken über das Wesen der Organisation. Biol. Centralbl., Bd. XIX, S. 81 u. f.
1891. RIMPAU, W., Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Culturpflanzen. Landw. Jahrb., Bd. 20, S. 335 u. f.
1826. SAGERET, Considérations sur la Production des Hybrides, des Variantes et des Variétés en général, et sur celles de la famille des Cucurbitacées en particulier. Ann. d. sc. natur., t. VIII.
1897. SAUNDERS, E. R., On a discontinuous variation occurring in *Biscutella laerigata*. Proc. Roy. Soc., Vol. 62, p. 11.
1896. STANDFUSS, M., Handbuch der palaearktischen Grossschmetterlinge für Forscher und Sammler. II. Aufl., Jena (Ref. im Biol. Centralbl., Bd. XVI, S. 466 u. f.).
1900. STRASBURGER, E., Ueber Reductionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Jena.
1900. TSCHERMAK, E., Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Zeitschr. für das landwirtschaftl. Versuchsw. in Oesterreich, 5. Heft. — Kürzere Berichte: Ber. der Deutsch. Bot. Ges., Bd. XVIII, Heft 6, S. 232, und Biol. Centralbl., Bd. XX, S. 593.
1901. — Weitere Beiträge über Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen. Ibid. — Kürzerer Bericht: Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIX, Heft 2, S. 35.
1898. VERNON, H. M., The Relation between the Hybrid and Parent Forms of Echinoid Larvae. Philos. Transact. of the Royal Society of London, Ser. B, Vol. 190.
1900. — Cross Fertilisation among Echinoids. Arch. für Entwickelungsmech. IX, S. 464 u. f.
1892. VÖCHTING, H., Transplantation am Pflanzenkörper, S. 85 u. f. Tübingen.
1894. — Ueber die durch Pfropfen herbeigeführte Symbiose des *Helianthus tuberosus* und *Helianthus annuus*. Sitzungsber. der Akademie der Wissensch. in Berlin, Bd. XXXIV, S. 705.
1889. DE VRIES, HUGO, Intracellulare Pangenesis. Jena.
1899. — Sur la fécondation hybride de l'albumen. Compt. rend. de l'Académie d. sc. Paris, 4. déc.

- 1900, *a.* — Sur la loi de disjonction des hybrides. Compt. rend. de l'Académie d. sc. Paris, 26. mars.
- 1900, *b.* — Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Vorl. Mitth.). Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, S. 83.
- 1900, *c.* — Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Maïs. Rev. génér. de Bot., t. XII, p. 129 u. f.
- 1900, *d.* — Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides. Rev. génér. de Bot., t. XII, p. 257 u. f.
- 1900, *e.* — Ueber erbungleiche Kreuzungen. (Vorl. Mitth.) Ebendort, S. 435.
1900. WEBBER, HERBERT, J., Xenia, or the immediate effect of Pollen, in Maize. U. S. Dep. of Agric. Div. of veg. Phys. and Pathol. Bull. No. 22.
1892. WEISMANN, A., Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena.
1887. WETTSTEIN, R. v., Ueber die Verwerthung anatomischer Merkmale zur Erkennung hybrider Pflanzen. Sitzungsber. der Kaiserl. Akademie der Wissensch. zu Wien, math.-naturw. Cl., XCVI. Bd., I. Abth., S. 312.
1900. WILSON, J. H., The structure of some new Hybrids. Rep. Hybr. Conf.; Journ. R. Hort. Soc., Vol. XXIV, p. 146 u. f.
-
1899. CORRENS, C., Untersuchungen über die Xenien bei *Zea Mays*. (Vorl. Mitthlg.) Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVII, S. 410 f. 29. Dec.
- 1900, *a.* — G. MENDEL's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ebenda, Bd. XVIII, S. 158.
- 1900, *b.* — GREGOR MENDEL's „Versuche über die Pflanzen-Hybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. Botan. Ztg., Bd. 58, Sp. 229.
- 1900, *c.* — Referat über DE VRIES' und seine eigenen Beobachtungen über Mais-Xenien. Botan. Zeitg., Bd. 58, Sp. 235.
- 1900, *d.* — Ueber Levkoyenbastarde. Zur Kenntniss der Grenzen der MENDEL'schen Regeln. Botan. Centralbl., Bd. 84, S. 97.
- 1901, *a.* Ueber Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays*, nebst einer Bemerkung über die „faux hybrides“ MILLARDET's und die „unechten Bastarde“ DE VRIES'. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIX, S. 211.
- 1901, *b.* — Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Bibliotheca botanica, Heft 53.
-

9. Scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 20, H. 3, S. 159—172. 1902.

(Eingegangen am 23. März 1902.)

Ein Bastard „spaltet“ nach der MENDEL'schen Regel¹⁾, wenn seine Keimzellen von den zwei Anlagen für ein Merkmalspaar (A , a , durch die sich die Elternsippen unterscheiden) und die bei der Bastardbefruchtung zusammenkamen, nur je eine enthalten, und zwar die Hälfte (50 pCt. der Gesamtzahl) die eine (A), die Hälfte (50 pCt.) die andere (a), gleichgültig, ob es männliche oder weibliche Keimzellen sind. Es bleibt sich auch gleich, ob das eine Merkmal über das andere dominirt (*Pisum*-Typus) oder nicht (*Zea*-Typus). Solche Anlagenpaare habe ich schizogon genannt. Der rothblühende Bastard zwischen einer rothblühenden und einer weissblühenden Erbse bringt also zweierlei Pollenkörner und zweierlei Eizellen hervor, 50 pCt. mit der Anlage für das dominirende Merkmal, rothe Blüten, und 50 pCt. mit der Anlage für das recessive Merkmal, weisse Blüten.

Dieses Zahlenverhältniss der Keimzellen, 50 : 50, resp. 1 : 1, leitete MENDEL bekanntlich bei seinen Erbsenbastarden (mit je einem dominirenden Paarling in jedem Merkmalspaare) aus dem Zahlenverhältniss zwischen den Nachkommen mit dem recessiven Merkmal (a) und den Nachkommen mit dem dominirenden (A) ab, wenn die zweite Generation durch Selbstbefruchtung aus der ersten hervorgegangen war, und fand es durch die Zahlen bestätigt, die er bei der Rückkreuzung der Bastarde mit jenem Elter erhielt, welches das recessive Merkmal besass.

Bei Selbstbefruchtung sind vier Combinationen der beiderlei Keimzellen — ich will sie im Folgenden kurzweg A und a nennen — möglich, und zwar jede gleich gut:

$$A \text{ ♀} + A \text{ ♂}, A \text{ ♀} + a \text{ ♂}; a \text{ ♀} + A \text{ ♂}, a \text{ ♀} + a \text{ ♂}.$$

Es werden also 25 pCt. der gesammten Nachkommen aus der Verbindung $A \text{ ♀} + A \text{ ♂}$, 25 pCt. aus der Verbindung $A \text{ ♀} + a \text{ ♂}$, 25 pCt. aus der

¹⁾ Im Folgenden citire ich MENDEL nach der von TSCHERMAK besorgten Neuausgabe in OSTWALD's Klassikern, Nr. 121.

Verbindung $a\text{♀} + A\text{♂}$, endlich 25 pCt. aus der Verbindung $a\text{♀} + a\text{♂}$ hervorgehen; und da in MENDEL's Fällen A über a dominirt, lassen sich die aus den Verbindungen $A + A$, $A + a$, $a + A$ entstandenen Nachkommen nicht unterscheiden, so dass 75 pCt. der Gesamtzahl das dominirende und 25 pCt. das recessive Merkmal zeigen.

Bei der Rückkreuzung mit jenem Elter, welches das recessive Merkmal besitzt, werden entweder, wenn der Bastard die weiblichen Keimzellen (50 pCt. A , 50 pCt. a) liefert und das Elter die männlichen Keimzellen (100 pCt. a), 50 pCt. der Nachkommenschaft aus der Verbindung $A\text{♀} + a\text{♂}$ hervorgehen und 50 pCt. aus der Verbindung $a\text{♀} + a\text{♂}$, oder wenn das Elter die weiblichen Keimzellen liefert (100 pCt. a) und der Bastard die männlichen Keimzellen (50 pCt. A , 50 pCt. a), 50 pCt. der Nachkommenschaft aus der Verbindung $a\text{♀} + A\text{♂}$ und 50 pCt. aus der Verbindung $a\text{♀} + a\text{♂}$. In jedem Falle zeigen, da A über a dominirt, die Hälfte der Nachkommen das recessive, die Hälfte das dominirende Merkmal.

Wie sich die Keimzellen eines Bastardes verhalten, dessen Eltern sich durch mehr als ein spaltendes Merkmalspaar unterscheiden, soll hier, als für das Verständniss des Folgenden belanglos, nicht erörtert werden.

Zu den Merkmalskategorien, bei denen die Folgen der Spaltung am augenfälligsten hervortreten, gehört die chemische Beschaffenheit des Reservematerials im Mais-Endosperm, das Merkmalspaar: Stärke (bei den gewöhnlichen Rassen) — Dextrin (beim Zuckermais). Ist Stärke vorhanden, so bleiben die Früchte der gewöhnlichen Rassen beim Trocknen glatt; wird Dextrin abgelagert, so werden die Früchte beim Trocknen runzelig. Die durch Selbstbestäubung erzielten Früchte der ersten Generation des Bastardes zweier derartiger Rassen (mit den Embryonen und Endospermen der zweiten Generation) sind zu 75 pCt. glatt und zu 25 pCt. runzelig. Zahlenbelege findet man bei DE VRIES für einen Bastard¹⁾ und bei mir für verschiedene Bastarde²⁾. Die thatsächlich beobachteten Zahlen stimmten hier mit den berechneten so genau, daß ich mich entschloss, dieses Merkmalspaar zu wählen, als ich Material sammeln wollte für eine rechnerische Prüfung der Uebereinstimmung, eine Prüfung, die zeigen sollte, ob die „Dispersion“ normal, übernormal oder unternormal sei. STRASBURGER hatte das Letztere angenommen³⁾.

1) H. DE VRIES, Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides. Rev. génér. de Bot. t. XII. p. 257, 1900.

2) Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Bibliotheca botanica, Heft 53. 1901.

3) E. STRASBURGER, Versuche mit dioecischen Pflanzen etc. Biolog. Centralbl. S. 758, 1900.

Es wurde zu dem Zweck im verflossenen Jahr eine grössere Anzahl Individuen des Bastardes zwischen dem gewöhnlichen gelben Mais (*Zea Mays* var. *virgata* Keke.) und dem schwarzen Zuckermais (var. *coeruleodulcis* Keke.) für sich allein bei einem Gärtner aufgezogen. Von den durch Selbstbestäubung und Inzucht erzielten Kolben sind zur Zeit erst 40 durchgezählt, die insgesamt 13 772 Früchte tragen. Davon sind runzelig 3388, ganz glatt 10 372 und theilweise runzelig 12. Diese letzteren müssen zu den glatten Früchten gerechnet werden; es sind dann 24,6 pCt. der Gesamtzahl runzelig, 75,4 pCt. glatt. Ich werde hierüber an anderer Stelle weiter berichten, sobald das ganze Material durchgezählt ist.

Im verflossenen Jahre hatte ich ferner 19 Individuen des Bastardes zwischen dem schwarzen Zuckermais (var. *coeruleodulcis* Keke.) und dem weissen Spitzkornmais („Popcorn“, var. *leucoceras* Alef.) im botanischen Garten isolirt aufgezogen. Sie stammten alle von demselben Xenien-Kolben [aus der ersten Gruppe von Vers. 71 meiner Monographie¹⁾] und mussten sich selbst bestäuben. Sie brachten 28 Kolben. Die Grösse und die Form der daran sitzenden Früchte waren intermediär, aber sehr variabel. Dies Verhalten entsprach also ganz dem für diese zwei Merkmalskategorien bereits früher festgestellten²⁾. Das Verhalten der Kleberschicht soll uns an anderer Stelle beschäftigen. Ein ganz unerwartetes Resultat lieferte aber die Untersuchung der vierten Merkmalskategorie, in der sich die Eltern unterscheiden, die der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials im Endosperm. Die Mehrzahl der Früchte enthielt Stärke, war also völlig glatt, die Minderzahl enthielt Dextrin und war in Folge dessen typisch runzelig. Uebergänge fehlten gänzlich.

Soweit stimmte das Verhalten des Merkmalspaares ganz mit früheren Beobachtungen. Die Zählung ergab aber, dass hier viel weniger Körner runzelig waren als die Rechnung verlangt und bei anderen Bastarden mit diesem Merkmalspaar thatsächlich vorhanden sind.

In der Tabelle I (s. S. 290) sind die ermittelten Zahlen zusammengestellt; die einzelnen Kolben sind in ansteigender Linie nach den Procentzahlen für die runzeligen Körner geordnet.

Statt 25 p Ct. sind also nur 15,6 p Ct. der Früchte runzelig!

Die Zahlen, um die es sich handelt, sind viel zu gross, als dass die Differenz zwischen den berechneten und den beobachteten Werthen zufällig sein könnte.

¹⁾ Bastarde zwischen Maisrassen, p. 76, G. A. 7, 170.

²⁾ l. c. p. 135 u. 136, G. A. 7, 235 u. 236.

Tabelle 1.

Bastard *Zea Mays* var. *coeruleodulcis* ♀ + *Zea Mays* var. *leucoceras* ♂.
Nachkommen des *coeruleodulcis*-Individuum 1.

	Nummer der Pflanze	Zeichen des Kolbens	Gesamtzahl der Früchte	Davon		Runzelig in Procenten
				glatt	runzelig	
1	XVI	<i>b</i>	180	163	17	9,44
2	XIX	<i>a</i>	420	369	51	12,14
3	IX	<i>a</i>	294	258	36	12,24
4	XII	<i>a</i>	411	359	52	12,65
5	V	—	357	310	47	13,17
6	II	—	510	441	69	13,53
7	IV	—	330	285	45	13,64
8	I	<i>b</i>	110	95	15	13,65
9	XVI	<i>a</i>	260	224	36	13,85
10	XVII	<i>a</i>	379	326	53	13,98
11	III	—	424	362	62	14,62
12	I	—	440	374	66	15,00
13	X	<i>a</i>	349	296	53	15,19
14	XIV	—	517	436	81	15,67
15	XVIII	<i>b</i>	459	376	83	15,90
16	XII	<i>b</i>	154	129	25	16,23
17	XIII	—	505	423	82	16,24
18	XIX	<i>c</i>	110	92	18	16,36
19	XVIII	<i>b</i>	327	272	55	16,82
20	VI	—	341	282	59	17,30
21	XV	<i>a</i>	396	326	70	17,68
22	XI	—	459	376	83	18,08
23	XVII	<i>b</i>	208	170	38	18,27
24	VII	—	341	275	66	19,34
25	IX	<i>b</i>	217	175	42	19,35
26	VIII	—	292	231	61	20,99
27	XV	<i>b</i>	85	66	19	22,85
28	XIX	<i>b</i>	74	51	23	31,08
Zusammen			8924	7531	1393	15,61

Zunächst suchte ich nach irgend einer Fehlerquelle. Alle 19 Individuen waren sicher Bastarde der angegebenen Combination: es waren typische Xenien-Früchte ausgesät worden, und es hätten sonst nicht alle Kolben eine Anzahl runzeliger Körner enthalten können. Unter ihnen waren sechs Pflanzen der reinen var. *leucoceras* und vier der reinen var. *coeruleodulcis* ausgepflanzt und castrirt worden, um die zu den Eltern zurückkehrenden „gemischten“ Bastarde ($\frac{3}{4}$ -Bastarde) zu erzielen.

Von vornherein wäre es nun nicht unmöglich gewesen, dass bei der Castration der *leucoceras*-Pflanzen ein Versehen unterlaufen wäre; ihr Pollen hätte dann, xenienbildend, einen Theil jener Früchte des Bastardes, die bei reiner Selbstbestäubung hätten runzelig werden müssen, glatt machen können. Diese Erklärung ist jedoch aus drei Gründen unmöglich. Einmal wurde

dieselbe Sorgfalt, wie bei allen anderen Castrationen angewandt, und es hätte sich nur um einen äusserst groben Fehler handeln können: nur wenn $\frac{2}{5}$ der 8924 Früchte aller Pflanzen durch die Bestäubung mit *leucoceras*-Pollen entstanden wären, liesse sich unser Resultat so erklären. Ein solcher Fehler hätte nicht unbeachtet bleiben können. Dann traten bei allen Bastardpflanzen zu wenig runzelige Körner auf, und nicht bei den Nachbarn der *leucoceras*-Pflanzen, die der Afterbefruchtung am meisten ausgesetzt gewesen wären (V—XV von Tabelle 1), weniger als bei den entfernter stehenden (I—IV, XVI—XIX). Endlich blieb bei den Kolben der castrirten schwarzen Zuckermaispflanzen, die auch zwischen den *leucoceras*-Pflanzen standen, die Zahl der glatten Körner unter der Hälfte der Gesamtzahl (Tabelle 4), während auch sie hätte grösser ausfallen müssen, falls die *leucoceras*-Pflanzen zum Stäuben gekommen wären.

All diese Gründe wiegen aber nicht so schwer, wie das Ergebniss eines weiteren Versuches. Es wurden nämlich noch fünf Individuen desselben Bastardes, aber von einer anderen Mutter stammend (Kolbengruppe 3 von Vers. 71 meiner Monographie), völlig isolirt bei einem Gärtner aufgezogen. Sie lieferten durch Selbstbestäubung und Inzucht sieben Kolben, die auch viel zu wenig runzelige Früchte trugen: unter 1762 waren nur 318, d. h. 18 pCt., runzelig.

Die Tabelle 2 giebt die Zahlen für die einzelnen Kolben.

Tabelle 2.
Zea Mays var. *coeruleodulcis* ♀ + *Zea Mays* var. *leucoceras* ♂.
Nachkommen des *coeruleodulcis*-Individuum 5.

	Nummer der Pflanze	Zeichen des Kolbens	Gesamtzahl der Früchte	Davon		Runzelig in Procenten
				glatt	runzelig	
1	I	a	433	363	70	16,17
2	II	a	365	302	63	17,26
3	III	—	370	305	65	17,57
4	II	b	139	114	25	17,99
5	IV	—	221	181	40	18,10
6	V	—	127	100	27	21,26
7	I	b	107	79	28	26,17
Zusammen			1762	1444	318	18,05

Hier war eine Störung des Versuches durch fremden Pollen völlig ausgeschlossen: der Gärtner zog keinen anderen Mais, und die Folgen einer Bestäubung mit dem Pollen der Rassen mit gelbem Endosperm, die um Tübingen allein gezogen werden, wären sofort, als Xenien, kenntlich gewesen.

Es kann also gar keinem Zweifel unterliegen, dass der Bastard zwischen den beiden Maisrassen var. *coeruleodulcis* und var. *leuco-*

ceras bei Selbstbefruchtung und Inzucht viel weniger runzelige Körner liefert, als er nach der Rechnung MENDEL's liefern sollte.

Wie erklärt sich nun dieses abweichende Verhalten?

Am nächsten liegt gewiss die Annahme, die Spaltung der Anlagen bei der Keimzellbildung sei nach einem anderen Verhältniss, als 1 : 1, erfolgt, von der einen Sorte Keimzellen, denen mit der dominirenden Anlage *A*, seien mehr als 50 pCt., von der anderen Sorte, denen mit der recessiven Anlage *a*, weniger als 50 pCt. gebildet worden. Runden wir die Zahl der runzeligen Früchte unseres Bastardes auf 16 pCt. ab, so müsste man annehmen, es seien 60 pCt. Keimzellen mit dem dominirenden Merkmal *A* und 40 pCt. Keimzellen mit dem recessiven Merkmal *a* gebildet worden. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung ergibt dann für die

Combination	Früchte	statt	Aussehen
<i>A</i> ♀ + <i>A</i> ♂	36 pCt.	25 pCt.	glatt
<i>A</i> ♀ + <i>a</i> ♂	24 „	25 „	„
<i>a</i> ♀ + <i>A</i> ♂	24 „	25 „	„
<i>a</i> ♀ + <i>a</i> ♂	16 „	25 „	runzelig

Dabei ist die — wahrscheinlichste — Annahme gemacht worden, dass die männlichen und die weiblichen Keimzellen die gleiche Verhältnisszahl, 40 : 60, resp. 2 : 3, zeigen.

Die Annahme lässt sich zum Glück experimentell prüfen. Zunächst stehen zwei Wege dazu offen. Entweder, man bestäubt den Blütenstand des Bastardes mit dem Pollen des Elters, welches das recessive Merkmal besitzt, oder, man bestäubt den Blütenstand dieses Elters mit dem Pollen des Bastardes. Jeder Fruchtknoten enthält nur eine Samenanlage, und diese lauter Sexualkerne (Eikern und Polkerne) mit den gleichen Anlagen¹⁾. Im ersten Fall ($[a + A] \text{♀} \times a \text{♂}$) werden aus jenen Fruchtknoten, deren Samenanlagen Sexualkerne mit dem dominirenden Merkmal besitzen, glatte Früchte hervorgehen, aus jenen Fruchtknoten, deren Samenanlagen Sexualkerne mit dem recessiven Merkmal besitzen, runzelige Früchte. Im zweiten Fall ($a \text{♀} \times [a + A] \text{♂}$) werden aus jenen Fruchtknoten, deren Samenanlagen durch Pollenkörner befruchtet werden, welche die Anlage für das dominirende Merkmal, für ein glattes Endosperm, besitzen, glatte Früchte entstehen, aus jenen Fruchtknoten, deren Samenanlagen durch Pollenkörner befruchtet werden, welche die Anlage für das recessive Merkmal, ein runzeliges Endosperm, besitzen, runzelige Früchte. In beiden Fällen giebt — unter einer stillschweigend gemachten Annahme — das Zahlenverhältniss der glatten und runzeligen Früchte direct das der beiderlei Keim-

¹⁾ Bastarde zwischen Maisrassen etc. S. 145; Satz 11, G. A. 7, 247.

zellen des Bastardes an, im ersten das bei den weiblichen, im zweiten das bei den männlichen Keimzellen.

Ich habe beide Versuche ausgeführt — und zwar mit Bastarden, die von derselben Mutter stammten, wie die des ersten Versuches (Tabelle 1) —, den zweiten freilich nur in kleinem Massstab, und die Resultate erhalten, die in den folgenden beiden Tabellen zusammengestellt sind.

Tabelle 3.

Bastard *Zea Mays* var. *coeruleodulcis* ♀ + *Zea Mays* var. *leucoceras* ♂, castrirt und der Bestäubung durch den Pollen der Rasse *coeruleodulcis* überlassen.

	Nummer der Pflanze	Zeichen der Kolben	Gesamtzahl der Früchte	Davon		Runzelig in Procenten
				glatt	runzelig	
1.	II	a, b, c	430	232	198	46,05
2	IV	—	246	127	119	48,37
3	VI	a, b	57	29	28	49,10
4	I	a, b	217	108	109	50,23
5	V	a, b, c, d, e, f	449	221	228	50,80
6	III	a, b, c	370	181	189	51,08
Zusammen			1769	898	871	49,34

Tabelle 4.

Rasse *coeruleodulcis*, castrirt und der Bestäubung durch den Pollen des Bastards *Zea Mays* var. *coeruleodulcis* + *Zea Mays* var. *leucoceras* überlassen.

	Nummer der Pflanze	Zeichen des Kolbens	Gesamtzahl der Früchte	Davon		Runzelig in Procenten
				glatt	runzelig	
1	I	—	31	18	13	—
2	II	—	67	31	36	—
3	III	—	28	13	15	—
4	IV	—	205	76	129	37,00
Zusammen			331	138	193	41,99

Wie wir bald sehen werden, sind nur die Ergebnisse von Tabelle 3 zuverlässig (S 298). Aus den Zahlen dieser Tabelle geht aber unzweifelhaft hervor, dass der Bastard die beiderlei Keimzellen in der gleichen Anzahl bildet, dass also die MENDEL'sche Spaltungsregel auch für ihn vollkommen gilt.

Warum entstehen nun aber bei Selbstbestäubung, resp. Inzucht, trotzdem nur etwa 16 pCt. runzelige Früchte statt der 25 pCt., welche die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt?

Folgendes wird die richtige Antwort sein.

Bei der zuerst von MENDEL durchgeführten Rechnung, die zu den 25 pCt. Nachkommen mit dem recessiven Merkmal führt, ist es Voraussetzung, dass jede der vier Combinationen der in gleicher Zahl gebildeten

Keimzellen A und a : $A + A$, $A + a$, $a + A$, $a + a$, gleich gut gelingt. Diese Voraussetzung war, so viel ich weiss, bisher eine stillschweigende, nur ich habe, aufmerksam gemacht durch Beobachtungen an Mais-Bastarden (S. 296), in der letzten Zeit zweimal ausdrücklich auf ihre Bedeutung hingewiesen¹⁾. Sobald aber eine Combination schwerer gelingt als die anderen, muss die Individuenzahl dieser Klasse, und damit die Procentzahlen aller vier Klassen, verschoben werden.

Ich will das gleich an einem bestimmten Beispiel zeigen. Wir wollen annehmen, dass alle den Combinationen $A + A$, $A + a$ und $a + A$ entsprechenden Verbindungen gelingen, d. h. 100 pCt. Nachkommen geben, von den der Combination $a + a$ entsprechenden Verbindungen aber nur 50 pCt. Es sind nun zwei extreme Fälle möglich. Entweder ist für jede Samenanlage nur ein einziges Pollenkorn vorhanden; ist es untauglich, so unterbleibt die Befruchtung. Oder es steht jeder Samenanlage eine unbeschränkte Zahl von Pollenkörnern zur Verfügung. Wir können dann annehmen, sie hafteten alle den Griffel entlang, und der Schlauch des dem Fruchtknoten nächsten dringe zuerst bis zum Embryosack vor; kann dieses die Befruchtung nicht ausführen, kommt der des nächsthöheren Kornes an die Reihe u. s. f. Eben so gut könnte man aber auch annehmen, dass eine Korn bilde seinen Schlauch rascher als das andere etc.

In beiden Fällen werden die den vier möglichen Combinationen entsprechenden Verbindungen zunächst gleich oft zu Stande kommen, unter 100 je 25 mal. Im ersten Falle (je 1 Pollenkorn auf den Fruchtknoten) gehen nun zwar aus den, den drei Combinationen $A + A$, $A + a$ und $a + A$ entsprechenden Verbindungen lauter glatte Früchte hervor, je 25 pCt. der möglichen Gesamtzahl, die der Combination $a + a$ entsprechenden Verbindungen geben aber nur 12,5 pCt. runzelige Früchte. Statt 100 Früchte werden also nur 87,5 ausgebildet, und von diesen wirklich vorhandenen 87,5 sind dann 14,3 pCt. runzelig.

Im zweiten Fall (Zahl der Pollenkörner unbeschränkt) geben die Verbindungen, die den drei Combinationen entsprechen, bei denen A beteiligt ist, wieder je 25 pCt. glatte Früchte, und die der Combination $a + a$ entsprechende Verbindung, wenn wir zunächst nur das unterste Pollenkorn in's Auge fassen, wieder 12,5 pCt. runzelige Früchte; bei 12,5 pCt. gelingt die Befruchtung nicht. Nun kommt aber das nächst höhere Pollenkorn an die Reihe. Die Chancen, dass es die Anlage A besitzt, sind so gross als die, dass

1) a) Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre. Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch., Bd. XIX. Generalvers.-Heft, S. 86, Anm. 1901, G. A. 8, 278.

b) Ueber den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsentypus. Botan. Ztg. 1902. II. Abth. Sp. 75, G. A. 10, 308.

es die Anlage a besitzt (da der Bastard ja die beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl bildet); in 6,25 pCt. der Gesamtzahl der möglichen Verbindungen wird das eine, in 6,25 pCt. das andere eintreffen. Das eine Mal, wenn a und A zusammenkommen, gelingt die Befruchtung immer, und es entstehen weitere 6,25 pCt. glatte Früchte, das andere Mal, wenn a und a zusammenkommen, wird die Befruchtung bei der einen Hälfte der Verbindungen auch gelingen, so daß 3,125 pCt. runzelige Früchte entstehen, in der anderen Hälfte 3,125 pCt. aber wieder nicht. Von den zunächst übrig bleibenden 12,5 pCt. Fruchtknoten werden also 6,25 pCt. glatte Früchte, 3,125 pCt. runzelige Früchte geben, und 3,125 pCt. werden auch von dem zweiten Pollenkorn unbefruchtet bleiben. Jetzt kommt das dritte Pollenkorn an die Reihe, unter den gleichen Bedingungen und mit dem Ergebniss, dass von den noch übrig bleibenden 3,125 pCt. der Gesamtzahl an Fruchtknoten 1,5625 pCt. weitere glatte Früchte, 0,78125 pCt. weitere runzelige Früchte geben und 0,78125 pCt. auch vom dritten Pollenkorn unbefruchtet bleiben. Ich brauche das im Einzelnen wohl nicht auszuführen. Nun kommt das vierte Pollenkorn an die Reihe u. s. w. Man sieht, es liegt eine geometrische Progression vor. Das erste Glied, a , ist = 12,5, der constante Quotient, q , = $\frac{1}{4}$ und die Summe = $\frac{a}{1-q} = \frac{12,5}{\frac{3}{4}} = 16,666 \dots$. Es werden also auf 83,333 \dots pCt. glatte Früchte 16,666 \dots pCt. runzelige kommen.

Im ersten Fall, wenn nur je ein Pollenkorn zur Verfügung steht, bleiben 12,5 pCt. der Samenanlagen unentwickelt; die Kolben müssen also lückenhaft sein. Im zweiten, wenn die Zahl der Pollenkörner unbeschränkt ist, werden alle Samenanlagen befruchtet; die Kolben müssen also vollkommen ausgebildet sein.

Wir sahen, daß im ersten Fall von den vorhandenen Körnern 14,3 pCt. runzelig sein müssen, im zweiten 16,66 pCt.; in Wirklichkeit würde weder der eine noch der andere Fall realisiert sein, sondern ein mittleres Verhalten, und der statistisch erhobene Werth für die Häufigkeit der runzeligen Körner würde zwischen die beiden Extreme fallen. Unser Bastard zeigt eine solche mittlere Zahl (15,6 pCt.), und es könnte die specielle Annahme, von der wir bei dem durchgerechneten Beispiel ausgingen — $A + A$, $A + a$, $a + A$ gelingen stets, $a + a$ nur in der Hälfte der Fälle — gerade zutreffen.

Nöthig ist das jedoch nicht, nicht einmal sehr wahrscheinlich. Es können ja auch zwischen den, den übrigen drei Combinationen entsprechenden Verbindungen Unterschiede in der Leichtigkeit, mit der die Befruchtung gelingt, existieren, deren Einfluss auf die Verhältnisszahl der gelingenden zu den versagenden Verbindungen der Combination $a + a$ auf der Hand liegt.

Es wäre also wichtig, zu wissen, wie viel Früchte unter den 84,4 pCt. glatten unserer Bastardkolben aus der Verbindung $A + A$, und wie viel

aus den Verbindungen $A + a$ und $a + A$ hervorgegangen sind. Das liesse sich durch die Aussaat einiger Tausend glatter Früchte leicht ermitteln; denn trotz der Xenienbildung durch den Pollen der Individuen, die aus der Verbindung $A + A$ hervorgegangen sind, also nur Pollenkörner mit der Anlage A und lauter glatte Früchte bilden, würden jene Individuen, die aus den beiden anderen Verbindungen, $A\varnothing + a\sigma^{\nearrow}$ und $a\varnothing + A\sigma^{\nearrow}$, hervorgingen, gewiss an dem Vorhandensein wenigstens einzelner runzeliger Körner in jedem Kolben zu erkennen sein. Leider ist es mir nicht möglich, diesen Versuch selbst auszuführen; ich würde aber Material für denselben jedem zur Verfügung stellen, der ihn ernsthaft, unter günstigen klimatischen Verhältnissen, anstellen wollte.

Ist demnach das genaue Verhältniss der versagenden zu den gelingenden Verbindungen der einzelnen Keimzellcombinationen auch noch erst zu ermitteln, so ist doch im Vorstehenden gezeigt, wie es sich erklärt, wenn spaltende Bastarde, die bei Selbstbefruchtung ihre verschiedenen Nachkommen in anderen als den normalen Zahlenverhältnissen bilden, also nach anderen Regeln zu spalten scheinen, in der That doch genau der MENDEL'schen Regel folgen. Denn das Wesentlichste der Spaltungsregel liegt doch, nach MENDEL selbst, darin, dass die verschiedenen Keimzellen in gleichen Zahlen gebildet werden, und nicht darin, dass 25 pCt. der Nachkommen das recessive Merkmal, 75 pCt. das dominirende zeigen, und dass von diesen 75 pCt. $\frac{1}{3}$ nur mehr die dominirende Anlage, $\frac{2}{3}$ beide Anlagen enthalten.

Natürlich sind alle Grade der Abweichung vom typischen Verhalten der Nachkommenschaft der Erbsenbastarde denkbar, von solchen, bei denen zweifelhaft bleiben muss, ob sie nicht rein zufällig sind, bis zu solchen, wo eine Verbindungsklasse = 0 wird. Die gleichen Ursachen könnten auch eine zu hohe Procentzahl für die Nachkommen mit dem recessiven Merkmal geben; wenn nämlich die den Combinationen $A + A$ oder $A + a$ oder $a + A$ entsprechenden Verbindungen schlechtere Chancen hätten, als die der Combination $a + a$ entsprechenden. Es genügt einstweilen, auf diese Möglichkeiten hinzuweisen, sowie auf die einer Abweichung einzelner Bastardindividuen.

Das ungleich leichtere Gelingen der einen Verbindung gegenüber der anderen unter den Keimzellen desselben Bastardindividuums oder verschiedener Individuen desselben Bastardes, je nach den in ihnen steckenden Anlagen für vegetative Merkmale, wäre vielleicht manchem von vornherein nicht sehr wahrscheinlich erschienen; ich war durch Thatfachen, die sich bei früheren Bastardirungsversuchen mit Maisrassen ergeben hatten, darauf vorbereitet. Ein bei Inzucht stark zur Sterilität neigender blauer Mais (var. *cyanea* Kcke.) war mit einem bei Inzucht fertilen weissen Mais (var. *alba* Alef.) bastardirt worden. Das Merkmalspaar: weisse Kleberschicht — blaue Kleber-

schicht folgte annähernd den MENDEL'schen Regeln. Als ich aber aus dem Bastard die beiden Elternrassen wieder isolirt hatte, war zu meiner Verwunderung die blaue Rasse so steril wie zuvor; dieses sexuelle Merkmal war also verkoppelt mit einem vegetativen (blaue Kleberschicht)¹⁾.

Man wird die Erklärung, die sich als die richtige für die abweichende Zahl runzeliger Früchte bei unserem Maisbastard herausgestellt hat, nachträglich gewiss für a priori wahrscheinlicher halten, als die durch eine Spaltung nach anderen Regeln. Es wäre zu auffällig gewesen, wenn bei Bastarden zwischen Rassen derselben Sippe (*Zea Mays*) und für dasselbe Merkmalspaar das eine Mal die Spaltungsregel gelten würde (var. *dulcis* + var. *vulgata*, var. *vulgata* + var. *coeruleodulcis*, [var. *alba* + var. *cyanea*] + var. *dulcis*)²⁾, das andere Mal nicht (var. *coeruleodulcis* + var. *leucoceras*).

Die nächste Consequenz des oben Ausgeführten ist, dass man zur Feststellung der Verhältnisszahlen der verschiedenen Keimzellen eines spaltenden Bastardes nur dann mit einiger Sicherheit die durch Selbstbefruchtung entstandene Nachkommenschaft benützen darf, wenn die Nachkommen mit dem recessiven Merkmal 25 pCt. der Gesamtzahl ausmachen. Auch in diesen Fällen aber ist die Ermittlung des Verhältnisses durch Rückkreuzung des Bastardes mit jenem Elter, welches das recessive Merkmal besitzt, also aus den „gemischten“ Bastarden, vorzuziehen. Die beiden Wege, die man hierbei einschlagen kann, sind jedoch unter einander durchaus nicht gleichwerthig, wie eine kurze Ueberlegung zeigt.

Man kann ja entweder die Samenanlagen des Bastardes $A + a$ durch den Pollen des Elters a oder die Samenanlage des Elters a durch den Pollen des Bastardes $A + a$ bestäuben. Im ersten Fall, $(a + A)♀ \times a♂$, sind die zur Verwendung kommenden Pollenkörner alle gleichartig; es bleibt sich also gleich, ob die Combinationen $A♀ + a♂$ und $a♀ + a♂$ gleich gut gelingen oder nicht, sobald nur die Pollenmenge gross genug ist. Ist das erste Pollenkorn nicht tauglich, so kommt das zweite, eventuell das dritte und vierte an die Reihe, bis eines tauglich ist: das Resultat bleibt sich gleich, da die Pollenkörner alle gleich sind. Im zweiten Fall, $a♀ \times (A + A)♂$, besitzt die eine Hälfte der Pollenkörner eine andere Anlage als die andere Hälfte; es kann, wenn das erste Pollenkorn a untauglich ist, das nächste eben so gut die Anlage A als die Anlage a enthalten, und man wird, wenn die der einen Combination entsprechenden Verbindungen nicht so leicht gelingen, wie die der anderen entsprechenden, sicher zu viel Früchte erhalten, die der letzteren

¹⁾ Bastarde zwischen Maisrassen etc. S. 148, G. A. 7, 250.

²⁾ Bastarde zwischen Maisrassen etc. — Vers. 112, S. 121, G. A. 7, 220; Vers. 118, S. 126 etc., G. A. 7, 225.

entsprechen, und zu wenig, die der ersteren entsprechen. Das Verhältniss der beiderlei Keimzellen des Bastardes muss also im ersten Fall, $(a + A)♀ \times a♂$, ungetrübter zum Vorschein kommen. Deshalb habe ich oben (S. 293) auf das Ergebniss des einen Versuches (Tab. 3) mehr Gewicht gelegt, als auf das des anderen (Tab. 4). — Es steht mir zwar zur Zeit kein sicheres Beispiel für den verschiedenen Ausfall der beiden möglichen Rückkreuzungen mit demselben Elter zur Verfügung, doch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass weitere Untersuchungen auch derartige Fälle kennen lehren werden.

Die im Vorstehenden besprochene Kategorie scheinbarer Abweichungen von der MENDEL'schen Spaltungsregel wird gewiss nicht die einzige bleiben. Denselben Effect, den die ungleichen Chancen für das Gelingen der verschiedenen Keimzellcombinationen haben, werden auch andere Factoren ausüben können. Es könnten ebenso gut z. B. die Chancen für das Reifen der aus den verschiedenen Combinationen entstandenen Embryonen nicht die gleichen sein, oder die für das Keimen der verschiedenen Samen¹⁾.

Es liegen schon einige Angaben über Spalten der Bastarde „nach anderen Regeln“ vor, so von mir über Levkojenbastarde²⁾, vor Allem aber von DE VRIES über *Oenothera*-Bastarde³⁾. Für jene, bei denen es sich um Abweichungen einzelner Individuen vom gewöhnlichen Verhalten handelt (19 pCt. Nachkommen mit dem recessiven Merkmalscomplex, statt 25 pCt.), liegen die Verhältnisse sehr wahrscheinlich genau so, wie für den vorhin besprochenen Maisbastard. Ueber diese erlaube ich mir kein bestimmtes Urtheil, weil ich die Objecte nicht kenne, halte es aber nicht für unmöglich, daß wenigstens ein Theil der Fälle doch der MENDEL'schen Regel folgt. Einstweilen liegen nur Angaben über das Verhalten bei Selbstbefruchtung vor, und dieses kann, wie wir sahen, das Spalten nach anderen Regeln gar nicht beweisen. DE VRIES' Angabe, daß außer durch künstliche Eingriffe auch „durch eine entsprechende Wahl des Pollens und der zu befruchtenden Blüten“ eine Verschiebung in bestimmter Richtung möglich sei, spricht nicht dagegen, wenn man die Möglichkeit individueller Schwankungen in der sexuellen Potenz der Keimzellen, je nach dem Individuum, das sie hervorbringt, im

¹⁾ Diese Effecte sind nicht zu verwechseln mit den schon von MENDEL (l. c. S. 25) hervorgehobenen eines zufälligen Unentwickeltbleibens, Verkümmerns oder Nichtkeimens einzelner Samen. Ihre Folgen verschwinden, wie MENDEL selbst hervorhob, je grösser die Anzahl der einzelnen Beobachtungen wird, während die von mir gemeinten Abweichungen um so schärfer hervortreten, je grösser die Zahl der Beobachtungen wird.

²⁾ Ueber Levkojenbastarde. Zur Kenntniss der Grenzen der MENDEL'schen Regeln. Bot. Centralbl. Bd. 84, S. 97. 1900, G. A. 4.

³⁾ H. DE VRIES, Ueber erbungleiche Kreuzungen. (Vorl. Mitth.). Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXVIII, S. 435. 1900.

Auge behält. Solche kamen wahrscheinlich bei meinen Levkojenbastarden vor und sind auch unverkennbar, wenn man die Ergebnisse von Tabelle 1 mit denen von Tabelle 2 vergleicht; die beiden Gruppen von Bastardindividuen stammten von verschiedenen Müttern. Man erinnere sich ferner an die einzelnen selbstfertilen oder selbststerilen Individuen bei vorwiegend selbststerilen oder selbstfertilen Sippen, und den Einfluss äusserer Factoren hierauf (Selbstfertilverden des in der Heimath selbststerilen *Abutilon Darwinii* in den Gewächshäusern Englands). Solche Einflüsse brauchten nicht alle Sorten Keimzellen des Bastardes gleichmäßig zu treffen, sondern sie könnten eine Sorte stärker angreifen als die andere.

Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung scheinen mir in verschiedener Hinsicht von Interesse zu sein. Einmal darf die Zurückführung der scheinbaren Ausnahmen auf die allgemeine Spaltungsregel MENDEL's, als der erste derartige Fall, an und für sich Beachtung beanspruchen, ebenso der Hinweis auf den einzig sicheren Weg zur Bestimmung des Zahlenverhältnisses der verschiedenartigen Keimzellen eines spaltenden Bastardes, der dadurch erst möglich wurde. Wichtig erscheint mir ferner der meines Wissens hier zum ersten Mal für ein pflanzliches Object geführte Nachweis der Verkoppelung eines vegetativen Charakters, wie die chemische Beschaffenheit des Reservemateriales im Endosperm einer ist, mit einem sexuellen Charakter, der in den geringen Chancen für das Eintreten der Befruchtung liegt. Es ist das eine echte „Correlation zwischen einem vegetativen und einem sexuellen Merkmal“.

10. Ueber den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsen-Typus.

Botanische Zeitung Jg. 60, Abth. II, Nr. 5/6, S. 65—82. 1902.

Die folgenden Erörterungen sind veranlasst durch die Kritik, die STRASBURGER in Nr. 23 des letzten Jahrgangs dieser Zeitschrift veröffentlicht hat. Wenn ich direct antworte, so geschieht das, um meine Ansichten über die in der Ueberschrift genannten Fragen im Zusammenhang und etwas ausführlicher darzulegen. Bisher hatte ich sie mehr gelegentlich und offenbar allzu knapp behandelt. Bestimmend war mir dabei gewesen, dass, meiner Meinung nach, eine definitive Antwort einstweilen doch nicht gegeben werden kann. Die wiederholte Kritik, deren STRASBURGER meine Bemerkungen würdigte, hat mich belehrt, dass auch unter solchen Umständen ein gewisses Interesse für diese Fragen besteht, und so möchte ich jetzt zeigen, dass meine bisher nur angedeuteten Ansichten doch eingehenderen Ueberlegungen entsprungen sind, wenn diese Ueberlegungen selbst auch nicht oder nur fragmentarisch publicirt wurden.

Aus STRASBURGER's zweitem kritischen Aufsatz (1901) habe ich mit Bedauern ersehen, dass ihm einige meiner in der Abhandlung über Bastarde zwischen Maisrassen geäußerten Ansichten nicht nur inhaltlich, sondern auch formell missfallen haben. Persönliche Polemik hatte nicht in meiner Absicht gelegen, und ich bitte auch die nachfolgenden Erörterungen rein sachlich aufnehmen zu wollen.

Zunächst sei mir erlaubt, die Thatsachen, um die es sich handelt, in aller Kürze zusammen zu stellen. (Ausführlicher sind sie z. B. 1901, b, S. 1—10, G. A. 7, 77—92 dargestellt.)

Bei den Bastarden, die „spalten“, tritt, wie MENDEL nachwies, eine Veränderung in den Keimzellen ein, derart, dass sich die Hälfte — wir wollen einmal sagen — so verhält, als ob sie nur noch die Anlage für das eine Merkmal eines Paares antagonistischer Merkmale (durch das sich die Eltern unterscheiden) besäßen, die Hälfte so, als ob sie nur noch die Anlage für das andere Merkmal besäßen. Nehmen wir einen bestimmten Fall. Die durch Selbstbefruchtung erzielte Nachkommenschaft (II. Generation) eines Bastardes zwischen einer weissblühenden und einer rothblühenden, im Uebrigen nicht verschiedenen Erbsenrasse (bei dessen Bildung sich eine Keimzelle mit der

Anlage A für rothe Blüten und eine mit der Anlage a für weisse vereinigten) verhält sich so, als ob der Bastard (I. Generation) nicht Keimzellen mit beiderlei Anlagen (für rothe und für weisse Blüten) hervorgebracht hätte, sondern 50% der Gesamtzahl nur mit der Anlage für rothe und 50% nur mit der für weisse Blüten, also Keimzellen, genau wie sie die Eltern des Bastardes besitzen.

Complicirter wird die Sachlage dadurch, dass meistens die Merkmale desselben Elters von einander unabhängig sind, und folglich ein dem Erbsentypus angehöriger Bastard zwischen zwei Sippen, die sich in n Merkmalen unterscheiden, 2^n erlei Keimzellen mit allen möglichen Combinationen der Anlagen hervorbringt, in gleichen Zahlen, je $\frac{100}{2^n}$ %. Nehmen wir wieder einen concreten Fall. Es handle sich um einen Bastard zwischen zwei Erbsensippen I, II, die sich in der Blütenfarbe: I roth = A , II weiss = a , in der Farbe der Cotyledonen: I gelb = B , II grün = b , in der Form der Cotyledonen: I glatt = C , II runzlig = c , und in der Höhe der ganzen Pflanze: I hoch = D , II niedrig = d , unterscheiden. Er selbst blüht roth, hat gelbe, glatte Cotyledonen und ist von hohem Wuchs; seine durch Selbstbestäubung erzielte Nachkommenschaft verhält sich aber so, als ob er 16erlei Keimzellen gebildet hätte, von jeder Sorte 6,25%, nämlich solche mit den Anlagen $ABCD$, $abcd$, $ABCd$, $abcD$, $ABcD$, $abCd$, $aBcD$ etc.

Noch verwickelter werden die Verhältnisse dadurch, dass bei demselben Bastard neben spaltenden Merkmalspaaren auch nicht spaltende Paare vorkommen können, sodass dieselbe Keimzelle von den einen Merkmalspaaren nur je eine Anlage, von den andern beide besitzen kann.

Je näher sich zwei Sippen stehen, die einen Bastard bilden, je ähnlicher also die Bastardbefruchtung der Kreuz- und Selbstbefruchtung wird, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Bastard bei der Keimzellbildung „spaltet“. Daraus schliesse ich, dass die Spaltung der Anlagen kein Charakteristikum der Bastarde ist, sondern auch bei der Keimzellbildung der durch Kreuzung oder Selbstbefruchtung erzeugten Individuen vorkommt, nur dass ihre Folgen nicht kenntlich werden, weil hier das Merkmal A vom Merkmal a nicht unterschieden werden kann.

STRASBURGER „liegt es auf Grund seiner histologischen Erfahrungen auf dem Gebiete der Entwicklung am nächsten, die Bestimmung über die Natur der Anlagen in die Zeit der tiefgreifenden Umgestaltungen zu verlegen, welche die Kerne bei der Reduction der Chromosomenzahl erfahren. Korrelative Einflüsse mögen dann aber dahin wirken, dass für Merkmale, die sich gegenseitig ausschliessen, eine entsprechende Vertheilung, unter Umständen, wie bei jenen Rassenbastarden, in gleicher Zahl sich vollziehe“ (1900, S. 769).

Ich hatte die Ansicht vertreten (1900, a , b , d), dass die Vertheilung der Anlagen, die ich mir in den Kernen localisirt dachte, bei einer Zelltheilung erfolge,

in der Art, dass der eine Tochterkern die eine, der andere Tochterkern die andere Anlage jedes Merkmalpaars erhalte. Was bei der Spaltung während der Keimzellbildung eines Bastardes mit mehreren Paaren antagonistischer Merkmale herauskäme, hinge (1900 *d*, S. 108, G. A. 4, 34) von der Anordnung der Anlagen vor ihrem Beginne ab¹⁾. Bei der Feststellung des Zeitpunktes glaubte ich besonderes Gewicht auf experimentell ermittelte Daten legen zu dürfen. Für die ♀ Keimzellen war ich so zu einem Ergebniss gelangt, das mit dem von STRASBURGER Vertretenen so genau wie möglich übereinstimmte; für die ♂ Keimzellen glaubte ich aber von meiner ursprünglichen Annahme, die sich mit der Annahme STRASBURGER's ebenfalls so gut als möglich deckte, auf Grund weiterer Erfahrungen, abweichen zu sollen, und verlegte den Zeitpunkt provisorisch auf die Theilung des primären Pollenkernes in den generativen und den vegetativen Kern.

Für die weiteren Erörterungen wollen wir zwei Fragen auseinander halten:

1. Wie erfolgt die Spaltung der Anlagen? und 2. Wann erfolgt sie?

I. Wie kommt bei der Keimzellbildung die Spaltung der Anlagen zu Stande?

Thatsache ist, dass sich die eine Hälfte der Keimzellen des Bastardes so verhält, als ob sie von jedem „spaltenden“ Merkmalpaar (A, a) nur noch die eine Anlage (A) besäße, die andere Hälfte, als ob sie nur noch die andere (a) besäße, während vorher einmal in jeder Zelle beide Anlagen (A und a) gesteckt haben müssen. Die nächste Frage scheint mir nun die zu sein, ob jede Keimzelle wirklich nur eine Anlage behält und die andere beseitigt wird, oder ob beide antagonistischen Anlagen in den Keimzellen verbleiben, und die eine nur irgendwie entfaltungsunfähig gemacht wird.

STRASBURGER nimmt, wenn ich ihn recht verstehe, die zweite Möglichkeit an. Es scheint mir das aus der Parallelsetzung der Spaltung der Anlage mit der Trennung der Geschlechter (1900) hervorzugehen, wo es sich ja nicht um die Entfernung, sondern nur um die — allermeist nur temporäre — Inactivirung von Anlagen handeln kann. Ich habe mich für die erstere Annahme entschieden und möchte daran festhalten. Die Nachkommen der 25% In-

¹⁾ Ich habe von einer „WEISMANN'schen Reductionstheilung“ gesprochen, und dabei an das physiologische Resultat gedacht. Das hätte ich, wie ich STRASBURGER schon zugegeben habe, besser direct gesagt. Ganz unmöglich scheint es mir aber doch nicht zu sein, den Sinn meiner Bemerkung zu verstehen, denn ich citirte hierzu ausdrücklich nur einen Abschnitt aus WEISMANN's „Keimplasma“ (S. 392 u. f.), wo von den physiologischen Folgen der Theilung bei Bastarden die Rede ist.

Die später (S. 303) zu besprechende Anpassung an die cytologischen Daten hatte ich schon zur Zeit meiner ersten Mittheilung (1900 a) für mich durchgeführt und glaube, dass das Bild, welches den Ausdrücken „zygolyte“ und „seirolyte“ Spaltung der Anlagen (1900 d) zu Grunde liegt (S. 304), zeigen dürfte, dass ich schon vor STRASBURGER's erster Kritik mit einer Längsspaltung der Chromosomen operirte. Ich hielt aber und halte noch dafür, dass der Hauptpunkt — die Annahme, die Spaltung geschehe durch eine Zelltheilung — mit keiner bestimmten Vorstellung über die Theilung der Chromosomen untrennbar verknüpft sei, und ging deshalb nicht näher darauf ein.

dividuen der zweiten Generation des Bastardes, die das recessive Merkmal zeigen, entfalten, soweit die Erfahrung reicht (MENDEL zog 6 Generationen), die Anlagen für das dominirende Merkmal überhaupt nicht mehr, und ähnlich entfalten die Nachkommen von $\frac{1}{3}$ der Individuen mit dem dominirenden Merkmal das recessive nicht mehr. Die Inactivirung müsste also eine langdauernde, wohl eine definitive sein. Das würde keine Schwierigkeiten machen. Ich kann mir nur nicht vorstellen, wie die bisher (in der ersten Generation) recessive Anlage, die sich gar nicht entfalten konnte, von der zweiten Generation an, auf einmal und anscheinend für immer, in der Hälfte der Fälle die dominirende Anlage an der Entfaltung vollständig verhindern kann. Dass nach der Spaltung das Stärkenverhältniss zweier Anlagen verschoben sein kann, habe ich selbst nachgewiesen (1901, b, S. 138, G. A. 7, 238). Doch handelte es sich hierbei nie entfernt um ähnliche Grössen, von anderen Unterschieden abgesehen.

Wenn wir also die erste Annahme vorziehen, nach der eine Entfernung der antagonistischen Anlagen stattfindet, so tritt die weitere Frage an uns heran, wie wir uns diese Entfernung zu denken haben. Man kann annehmen, die antagonistische Anlage gehe zu Grunde — das Idioplasma mag in Trophoplasma verwandelt werden oder aus dem Kern ausgestossen werden —, oder bei einer Kerntheilung erhalte das eine Theilungsproduct nur die eine, das andere nur die andere Anlage eines Merkmalspaares.

Die erste Annahme, die sich wohl mit früheren Annahmen STRASBURGER'S (1894, S. 849 u. f.) deckt, scheint mir die unwahrscheinlichere zu sein. Sie verlangt die Vorstellung, dass die Beseitigung der einen Anlage das Resultat eines Kampfes sei, bei dem Kräfte entscheiden, die nicht im Geringsten proportional sind jenen, die bei dem Kampf um die Entfaltung entwickelt werden; in jenem müsste bald die eine, bald die andere Anlage stärker sein, d. h., beide müssten im Durchschnitt gleich stark sein; in diesem ist stets dieselbe Anlage stärker. Cytologische Daten für die Beseitigung liegen meines Wissens auch nicht vor. JUEL (1901, S. 638) hat zwar bei dem Bastard zwischen *Syringa persica* und *S. vulgaris* während der Theilung der Pollenmutterzellen eine Ausstossung von Chromatin aus den Kernen ins Cytoplasma beobachtet, für uns kann es sich aber — wie bereits betont wurde — nur um einen Vorgang handeln, der auch bei der Keimzellbildung normaler Pflanzen eintritt (S. 301). Ich würde eher glauben, die Ausstossung erfolge hier, weil keine Spaltung eintritt, als dass sie die Spaltung selbst vorstelle.

Wir neigen uns also der zweiten Annahme zu, die Spaltung der Anlagenpaare erfolge durch eine Kerntheilung, eine erbungleiche Theilung, eine qualitative Reductionstheilung. Es fragt sich nun, ob diese Annahme mit den cytologischen Daten in Einklang gebracht werden kann. Eine solche Uebereinstimmung wäre natürlich sehr erwünscht; der nachstehende Versuch soll nur zeigen, dass man unter bestimmten Annahmen zu ihr gelangen kann.

Eine wirkliche Einsicht in die Vorgänge halte ich zur Zeit für ausgeschlossen; deshalb steht oder fällt für mich das Ergebniss unserer bisherigen Ueberlegungen nicht mit dem Stehen oder Fallen dieses Versuches.

Wir nehmen an, dass in demselben Chromosom die zwei Anlagen jedes Merkmalspaares neben einander (*A* neben *a*, *B* neben *b* etc.) und die Anlagenpaare selbst hinter einander liegen. Ein Bild hiervon giebt Fig. 1. *A, B, C, D, E* etc. sind die Anlagen des Elters I, *a, b, c, d, e* etc. die des Elters II. Bei einer gewöhnlichen Zell- resp. Kerntheilung, die gleichartige Producte liefert, erfolgt die Längsspaltung des Chromosoms so, dass jede Anlage halbirt wird, in unserem Bilde also in der Ebene des Papiers; jede Hälfte enthält dann alle Anlagen, also *A, B, C, D, E* und *a, b, c, d, e*. Bei der Keimzellbildung erfolgt dagegen einmal eine Längsspaltung, welche die Anlagen der einzelnen Paare trennt, die

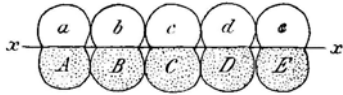


Fig. 1.

Anlagen selbst aber intact lässt, in unserem Bilde also senkrecht zur Ebene des Papiers, in der Linie *xx* („zygolyte Spaltung“, 1900, *d*).

Besteht nur ein Paar aus antagonistischen Anlagen, während die übrigen Paare von je zwei gleichartigen Anlagen gebildet werden, oder sind die Anlagen „conjugirt“, wie bei dem Levkoyenbastard, den ich beschrieben habe, so sind keine weiteren Annahmen nöthig. Werden dagegen mehrere Paare von antagonistischen Anlagen gebildet (z. B. *A, a, B, b* etc.), und sind diese Anlagenpaare unter sich unabhängig, so nehmen wir des Weiteren an, es trete vor der betreffenden Längsspaltung eine Lockerung der Anlagen, die vom nämlichen Elter stammen, ein, *A* trenne sich von *B*, *B* von *C*, *a* von *b*, *b* von *c* etc. („seirolyte Spaltung“ 1900, *d*), während der Zusammenhang der Paarlinge im einzelnen Paare zunächst noch gewahrt bleibe (*A* vereint mit *a*, *B* mit *b* etc.), und diese Lockerung ermögliche einen Stellungswechsel von *A* mit *a*, *B* mit *b* etc., unabhängig in jedem Paare von seinen Nachbarn und in seinem Ergebniss vom Zufall abhängig. Wenn wir an unserem Bilde festhalten, können wir annehmen, die fünf Anlagenpaare seien um die Axe *xx* drehbar, beständen je aus zwei sich berührenden, ganz genau gleichen Kugelstücken (wobei *xx* durch deren gemeinsamen Schwerpunkt gehe), und jedes erhalte einen beliebig starken (variablen) Anstoss, der es in Rotation versetze, unabhängig von seinen Nachbarn. Dann werden, wenn wieder Ruhe eingetreten ist, 32 verschiedene Stellungen möglich sein, von denen jede die gleichen Chancen hat, also gleich oft auftreten wird.

Wir können erhalten

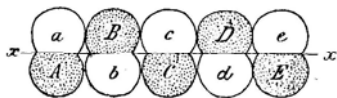


Fig. 2.

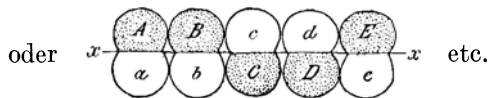


Fig. 3.

Tritt nun die (zygolyte) Spaltung ein, senkrecht zur Ebene des Papiers und in der Linie $x x$, so resultiren Chromosomenhälften mit allen den verschiedenen Anlagencombinationen, die wir für einen Bastard vom Erbsen-typus mit fünf Paaren antagonistischer Merkmale annehmen müssen, $a B c D e$ und $Ab C d E$, $A B c d E$ und $ab C D e$ etc. etc., und zwar 32erlei, da jedesmal zwei Stellungen vor der Spaltung für das Resultat gleichwerthig sind. Denn $\frac{A B c d E}{a B c D e}$ und $\frac{a B c D e}{A b C d E}$ geben beide $Ab C d E$ und $a B c D e$, $\frac{A B c d E}{a b C D e}$ und $\frac{a b C D e}{A B c d E}$ beide $A B c d E$ und $ab C D e$ etc.

Eine solche Umlagerung der Anlagen könnte stets eintreten; ihr Effect würde aber nur dann sichtbar, wenn Paare antagonistischer Anlagen gespalten werden, bei Paaren gleichartiger, beiden Eltern gemeinsamer Anlagen liesse er sich nicht wahrnehmen. Das Ausbleiben der seirolyten Trennung zwischen zwei Paaren, infolgedessen diese sich bei der Umlagerung wie ein Paar verhielten, liesse die Anlagen conjugirt erscheinen.

Wirkliche Schwierigkeiten bietet nur das gleichzeitige Vorkommen spaltender und nicht spaltender Anlagenpaare beim selben Bastard, weil hier die selbe Spaltung die einen Paare in die Anlagen zerlegen, die anderen Paare so spalten soll, dass jedes Theilungsproduct noch beide Anlagen besitzt. Die Schwierigkeiten verschwinden sofort, wenn man annimmt, dass die Anlagen nichtspaltender Paare zu einer homogenen, neuen Anlage verschmelzen, sich gegenseitig durchdringend. Diese neue Anlage könnte dann in jeder beliebigen Richtung zerlegt werden, stets mit dem gleichen Ergebniss, der völligen Gleichheit der Theilungsproducte. Durch dieselbe Annahme könnten wir auch gleich erklären, warum gewisse Merkmalspaare sich nicht „spalten“. Abgesehen davon, dass die Vorstellung des gegenseitigen sich Durchdringens zweier antagonistischer Anlagen nicht leicht sein dürfte, behagt mir auch der principielle Gegensatz nicht besonders, in den dadurch spaltende und nicht spaltende Paare gebracht werden, einmal, weil bei demselben Bastard dasselbe Merkmalspaar (nach DE VRIES) das eine mal spalten, das andere mal nicht spalten kann, und dann, weil das Nichtspalten um so häufiger vorkommt, je entfernter die Eltern stehen, während man doch geneigt sein würde, das Verschmelzen der Anlagen als ein Zeichen ihrer Verwandtschaft, ihr Getrenntbleiben als ein Zeichen ihrer Verschiedenheit anzusehen. Ich möchte deshalb auf die Möglichkeit hinweisen, das Verhalten der nicht spaltenden Anlagenpaare durch eine andere Umlagerung zu erklären, um bei unserem Bilde zu bleiben, durch eine Drehung der Paare um 90° oder 270° , statt um 180° oder 360° .

Ehe wir die ganze Frage verlassen, möchte ich mich nochmals ausdrücklich dagegen verwahren, dass all' das mehr als eine Construction sein soll. Etwas anderes als eine Construction zu geben, halte ich aber heutzutage für

vollkommen unmöglich. Ich verkenne die Schwierigkeit nicht, die in der Zahl der Chromosomen liegt, und weiss auch recht wohl, dass unser Ausgangspunkt, die angenommene Gruppierung der Anlagen im Chromosom, nicht bewiesen ist, es ist aber auch nicht gezeigt, dass sie anders liegen. Auch die neuesten Untersuchungen HAECKER's (1902) schieben den Zeitpunkt der Vereinigung des männlichen und weiblichen Idioplasmas nur hinaus.

Ich glaubte annehmen zu dürfen, dass meine Vorstellung, die Spaltung der Anlagen geschehe durch eine Zelltheilung, das Auftreten der verschiedenartigen Keimzellen in gleichen Zahlen erkläre — gegenüber STRASBURGER's Annahme, das Zahlenverhältniss werde auf correlativem Wege bestimmt.

Nun hat mir STRASBURGER eingewendet, nach meiner Annahme müsste bei der Bildung der weiblichen Keimzellen immer das eine Theilungsproduct zu Grunde gehen. Und dasselbe gilt möglicher Weise auch für die Bildung der männlichen Keimzellen. „Nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung könnten auf solche Weise erst sehr hohe Zahlen jene Beziehungen verrathen, wie sie schon bei kleinen Zählungen von Nachkommen der Rassenbastarde sich ergeben.“ Die Zahlen, die MENDEL, DE VRIES und ich ermittelt haben, sollen also zu gut mit den vorausberechneten stimmen, als dass der Zufall entscheiden könnte, welches Theilungsproduct für die Keimzellbildung zur Verwendung komme.

Ich hatte mir diesen Einwand selbst gemacht, konnte ihm aber bei genauerer Ueberlegung kein Gewicht zumessen, wie ich jetzt zeigen will. Ich halte mich dabei an den einfachsten Fall; der Bastard bilde zweierlei Keimzellen im Verhältniss 1 : 1.

Auch wenn wir mit STRASBURGER annehmen, dieses Zahlenverhältniss sei nicht durch den Zufall, sondern durch Correlationen bestimmt, so schieben sich doch stets zwischen den Zeitpunkt seines Zustandekommens bei der Keimzellbildung und den Zeitpunkt, wo die statistische Zählung an der Nachkommenschaft des Bastardes erfolgt, zwei Phasen ein, während denen der Zufall sicher waltet: 1. die Auswahl jener Keimzellen, die wirklich zur Ausübung ihrer Function kommen, unter der Ueberzahl der überhaupt producirten, und 2. die Vereinigung dieser auserwählten ♂ und ♀ Keimzellen mit einander. In der ersten Phase sind die Chancen für die eine Keimzelle von gegebenem Charakter (z. B. A) so gross wie für die andere (z. B. a); in der zweiten Phase sind sie ebenfalls gleich gross, da eine gegebene ♀ Keimzelle (A) ebenso gut mit einer gleichartigen ♂ (A) als mit einer ungleichartigen ♂ (a) zusammen kommen kann. Die einzigen Zahlen, die wirklich direct ermittelt werden können, und die STRASBURGER zu gut mit den berechneten zu stimmen scheinen, sind also jedenfalls aus einem zweimaligen Spiel des Zufalls hervorgegangen; und es fragt sich nun, ob jene dritte, meiner Annahme eigenthümliche Phase, während der der Zufall entscheidet, welches Product

von jeder einzelnen Theilung zur Keimzelle wird, einen wesentlichen Einfluss auf das Resultat haben kann. Die Chancen sind bei ihr wieder gleich für die beiderlei Keimzellen, es spielt sich also derselbe Process noch einmal ab. Ich glaube, die Antwort muss lauten: nein. Eine zufällige Begünstigung der einen Sorte während des einen Processes wird durch eine zufällige Begünstigung der andern, während des folgenden mehr oder weniger aufgehoben werden.

Eine andere Frage ist, ob die Zahlen, welche für die Nachkommenschaft der Rassenbastarde ermittelt wurden, wirklich so viel besser mit den berechneten stimmen, als jene Zahlen, die man bei statistischen Erhebungen über das Geschlecht diöcischer Pflanzen erhält. Ich erlaubte mir anzunehmen, dass STRASBURGER die Uebereinstimmung im ersten Fall überschätze, und wies deshalb auf eine frühere Mittheilung hin (1900, a), wo es heisst: „Das Zahlenverhältniss der gelben Keime zu den grünen schwankt bei den einzelnen Individuen sehr.“ (Die Rechnung verlangt 25 grüne auf 75 gelbe.) „Die zwei kleinsten Procentzahlen für die grünen sind bei Versuch I 7,7 und 14,9, die grössten 44,2 und 40,0.“ Ich bemerke dazu, dass es sich dabei um folgende Gesamtzahlen handelte: 26, 47, 43, 15. Procentzahlen über 30 und unter 20 kamen unter etwa 50 Individuen 18 mal vor, auch wenn die Samenzahl eines Individuums eine relativ grosse war (z. B. 75 Samen, davon 33,3% grün; 84 Samen, 31,4% grün; 59 Samen, 35,6% grün; 53 Samen, 18,9% grün; 49 Samen, 18,4% grün; 40 Samen, 17,5% grün).

Dass bei ganz kleinen Zahlen die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung eine rein zufällige ist, hatte ich ausdrücklich hervorgehoben.

Eine wirkliche Entscheidung kann nur die Rechnung bringen, für die ich aber jetzt noch nicht genügend viel Beobachtungen besitze. Sie muss zeigen, ob die Dispersion normal, übernormal oder unternormal ist. Ich verkenne nicht, dass die Zahlen, die STRASBURGER bei seinen statistischen Erhebungen erhielt, den Eindruck erwecken können, als seien MENDEL's, DE VRIES' und meine Zahlen übernormal, halte es aber nicht für ausgeschlossen, dass seine unternormal sind, und denke dabei an eine Tendenz einzelner Individuen zur Production zahlreicherer weiblicher oder zahlreicherer männlicher Nachkommen. Gerade bei *Melandrium* würde die experimentelle Prüfung nicht allzu schwer durchzuführen sein. Es muss leicht halten, eine Anzahl ausgelesener Individuen zu paaren und von jedem Paare wenigstens 2000 Nachkommen aufzuziehen. Aus den so erhaltenen Zahlen, etwa noch mit den Zahlen verglichen, die je 10 Nachkommen von 200 einzelnen Individuen geben, müsste schon etwas sicheres zu ermitteln sein. Entsprechende Versuche habe ich vor zwei Jahren begonnen, leider mit einem so ungünstigen Object, dass ich sie aufgeben musste¹⁾.

¹⁾ Das Ergebniss eines Versuches HEYER's, „ob jede einzelne weibliche Pflanze das Bestreben habe, die beiden Geschlechter dem gesetzlichen Verhältnisse entsprechend zu erzeugen“ (1884, S. 135), dürfte eher für als gegen meine Annahme sprechen, ist aber nicht

Ich weiss recht wohl, dass bei menschlichen, nicht zu kinderreichen Ehen die beobachteten Geschlechtscombinationen annähernd den theoretischen Wahrscheinlichkeiten entsprechen, aber die sehr fruchtbaren Ehen (8 und mehr Kinder) zeigen diese Gesetzmässigkeit nicht mehr. Und ob sie für Verbindungen gilt, aus denen tausende von Nachkommen hervorgehen, ist doch recht fraglich. Beim Hanf sehen wir, wie auch STRASBURGER hervorhebt, dass das Geschlechtsverhältniss je nach der Rasse sehr auffällig variirt (HEYER's Rassen geben 100 ♂ auf 115 ♀, FISCH's Rasse 100 ♂ auf 154 ♀); und solche Schwankungen könnten recht gut auch zwischen Individuen vorkommen. Sind sie aber vorhanden, so können auch relativ grosse Zahlen von Nachkommen derselben Pflanze oder derselben Kapsel sehr auffällig vom Mittelwerth abweichen. Ich glaube nicht, dass STRASBURGER diesen Punkt beachtet hat; er beeinflusst natürlich auch das Ergebniss von Zählungen im Freien.

Es ist natürlich vollkommen ausgeschlossen, dass die Zahlenverhältnisse, welche die Geschlechter zu einander zeigen (*Melandrium album* 100 ♂ : 128 ♀, *Mercurialis annua* 108 ♂ : 100 ♀ etc.), vom Zufall bestimmt werden, umgekehrt sah ich aber — und sehe ich noch jetzt — in dem Auftreten der beiderlei Keimzellen im Verhältniss 1 : 1 ein starkes Argument dafür, dass der reine Zufall entscheidet, welche Anlage jede Keimzelle erhält (soweit nicht jedes Theilungsproduct erhalten bleibt, wie es vielleicht bei den ♂ Keimzellen der Fall ist). — Das würde auch gelten, wenn man mit STRASBURGER die correspondirende Anlage nur unterdrückt oder vernichtet werden lässt; auch hier würde das Verhältniss 1 : 1 den Zufall eher verantwortlich erscheinen lassen, als Correlationen. Wenn aber der Zufall entscheiden soll, welche Anlage unterliegt, so müssen die Anlagen gleich stark sein, und damit stimmt, meiner Meinung nach, die Thatsache schlecht, dass in der ersten Generation immer dieselbe Anlage die andere unterdrückt. Ich verweise auf die Erörterungen auf S. 303.

Sobald wirklich einmal festgestellt wäre, dass das Verhältniss der Keimzellen ein anderes als 1 : 1 sein kann, so könnte in den betreffenden Fällen der Zufall natürlich keine Rolle mehr spielen. Wenn aber aus einer statistischen Erhebung, und wäre sie auch noch so gross, ein anderes Verhältniss hervorzugehen schiene, so genügte das noch nicht zum Nachweis, dass die Keimzellen wirklich nicht im Verhältniss 1 : 1 gebildet worden seien. Das könnte doch der Fall gewesen sein, es könnte aber ein leichteres Gelingen der einen Kreuzung (z. B. $A + A$ und $A + a$ resp. $a + A$ gegenüber $a + a$) den Sachverhalt verwischt haben.

entscheidend, weil die einzelnen ♀ Pflanzten (der windblüthigen *Mercurialis annua*) Pollen verschiedener ♂ Pflanzten erhalten haben müssen, und weil die Zahlen zum Theil relativ kleine sind.

Nehmen wir an, jede Verbindung der Keimzellen A unter einander oder mit den Keimzellen a gelänge, von den Verbindungen der Keimzellen a schlugen dagegen nur 50% an, so würde das Verhältniss der Individuen mit recessivem Charakter zu denen mit dominirendem Charakter, statt 25 : 75 zu betragen, zwischen 14 : 86 und 17 : 83 schwanken; das eine Extrem würde realisirt, wenn jede Samenanlage nur ein Pollenkorn erhalte, das andere wenn die Zahl der Pollenkörner für jede Samenanlage unbeschränkt gross wäre. Die Rechnung ist so einfach, dass ich glaube, sie nicht mittheilen zu müssen; in praxi würden wohl mittlere Zahlen beobachtet werden. — All das steht nicht in der Luft, meine Versuche mit Maisrassen machen es vielmehr sehr wahrscheinlich, dass die Neigung gewisser Rassen zur Selbststerilität mit spaltenden Rassenmerkmalen „conjugirt“ sein kann: isolirt man Individuen mit dem betreffenden Merkmal aus der Nachkommenschaft, so sind die Pflanzen so wenig fruchtbar, wie ihre Grosseltern, die zur Bastardirung benutzt worden waren.

Setzen wir aber auch den Fall, es liesse sich zeigen, dass bei gewissen Bastarden die Keimzellen wirklich in anderen Zahlenverhältnissen gebildet werden, so verlören wir dadurch zwar ein Argument für unsere Auffassung, gewännen aber noch keinen Beweis gegen sie. Die Spaltung könnte noch immer durch eine erbungleiche Theilung ausgeführt werden, wir brauchten bloss anzunehmen, die Chancen für die Erhaltung des einen Theilungsproductes seien grösser. Fatal wäre nur, wenn man zeigen könnte, dass solche in abweichendem Verhältniss gebildeten Keimzellen durch Theilungen entstünden, bei denen alle und jede Theilungsproducte erhalten blieben und activ würden.

Ich habe mich im Vorhergehenden bemüht, zu zeigen, dass sich eine Reihe von Argumenten für die Annahme anführen lässt, die Spaltung der Anlagen erfolge durch eine erbungleiche Theilung der Zellen, und dass die Einwände nicht jene Tragweite besitzen dürften, die ihnen zugeschrieben wurde, dass endlich auch eine gewisse Uebereinstimmung mit den cytologischen Daten hergestellt werden kann. Wir wenden uns nun zur zweiten Frage.

II. Wann geschieht die Spaltung der Anlagen?

I. Die weiblichen Keimzellen.

Für diese herrscht zwischen STRASBURGER und mir eine so weitgehende Uebereinstimmung, als bei den abweichenden Ansichten über den Vorgang selbst nur irgend möglich ist. STRASBURGER lässt ihn direct vor der ersten Theilung der Embryosackmutterzelle eintreten, ich bei ihr. — Den experimentellen Beweis dafür, dass dies der richtige Zeitpunkt sei, glaubte ich darin sehen zu dürfen, dass die zwei copulirenden Polkerne und der Eikern, und deshalb wohl alle acht Kerne im Embryosack, die gleichen Anlagen zeigen. Dies, und die Gleichheit der beiden generativen Kerne im Pollenschlauch,

geht daraus hervor, dass die 25% Keime mit der Anlage für das recessive Merkmal in der zweiten Generation eines Maisbastardes stets an der Beschaffenheit des Endosperms (das auch den recessiven Charakter trägt) erkannt werden können, und dass, wenigstens bei bestimmten Bastarden, auch die 50% Keime mit den Anlagen für das recessive und das annähernd dominirende Merkmal von den 25% Keimen mit der Anlage für das dominirende Merkmal allein (wieder am Aussehen des Endosperms) unterscheidbar sind; bei jenen zeigt das Endosperm das dominirende Merkmal nicht rein.

Von vornherein sind ja vier Fälle möglich; die drei weiblichen Kerne (1 Eizellkern und 2 Polkerne) können gleiches oder ungleiches Verhalten zeigen, und ebenso die zwei generativen Kerne aus dem Pollenschlauch. Bezeichnen wir mit A Kerne mit der Anlage für das dominirende, mit a solche mit der Anlage für das recessive Merkmal, so erhalten wir:

	I. Fall.		II. Fall.		III. Fall.		IV. Fall	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
a)	Eikern A	A	Eikern A	A	Eikern A	a	Eikern A	a
	Polkerne AA	A	Polkerne Aa	A	Polkerne AA	A	Polkerne Aa	A
b)	Eikern A	a	Eikern A	a	Eikern A	A	Eikern A	A
	Polkerne AA	A	Polkerne Aa	a	Polkerne AA	a	Polkerne Aa	A
c)	Eikern a	A	Eikern a	A	Eikern a	a	Eikern a	a
	Polkerne aa	A	Polkerne Aa	A	Polkerne aa	A	Polkerne Aa	A
d)	Eikern a	a	Eikern a	a	Eikern a	A	Eikern a	A
	Polkerne aa	a	Polkerne Aa	a	Polkerne aa	a	Polkerne Aa	a

Wir sehen sofort: nur der erste Fall ermöglicht es, dass lauter Kerne mit den recessiven Anlagen zusammenkommen (d), und dass dies in 25% der Verbindungen geschieht, dass ferner die 50% Keime mit beiderlei Anlagen von den 25% mit der dominirenden Anlage allein am Endosperm vorausbestimmt werden können. — Träte der zweite Fall ein, so erhielten wir zweierlei Endosperme, 50% mit 2 A und 1 a und 50% mit 1 A und 2 a , und die 25% Keime $a + a$ wären nicht herauszufinden. Beim dritten Fall erhielten wir zwar genau die gleichen Endosperme wie im ersten, auf das Verhalten der Keime wäre aber kein Schluss möglich, und im vierten Fall, der die Endosperme des zweiten zeigen würde, wäre er ebenfalls unmöglich.

Bei der ersten Kerntheilung in der Embryosackmutterzelle tritt eine doppelte Längsspaltung der Chromosomen, gewiss in zwei aufeinander senkrechten Ebenen, ein, was genau zu der früher entwickelten Ansicht eines doppelten Spaltungsmodus der Anlagenketten stimmen würde.

2. Die männlichen Keimzellen.

Es liegt natürlich am nächsten, für diese das den weiblichen correspondirende Entwicklungsstadium: die erste Theilung der Pollenmutterzelle,

als Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen anzunehmen; und das habe ich auch zunächst gethan, wobei folgende Ueberlegung mitwirkte.

Tritt die Spaltung der Anlagen in der oben ausgeführten Weise bei der ersten Theilung der Pollenmutterzellen ein, so müssen von jeder Tetrade stets zwei Körner die eine, zwei die andere Anlage erhalten. Wenn sich nun ein Paar Merkmale finden liesse, das sich genügend spät an den Pollenkörnern zeigen, ausserdem „spalten“ und zwei Rassen derselben Art unterscheiden würde, so müsste, falls obige Annahme über den Zeitpunkt richtig ist, die eine Hälfte der Körner jeder Tetrade das eine Merkmal zeigen, die andere Hälfte das andere, oder, wenn die Körner nicht mehr in Tetraden zusammenhielten, die eine Hälfte der Gesamtzahl der Körner gegenüber der anderen¹⁾.

Nun lag eine Angabe vor, nach der etwas derartiges bei dem Bastard *Melandrium album* + *rubrum* vorkommen sollte; „die grösseren Körner seines Pollens gleichen denen der *Lychnis vespertina* Sibth., die kleineren denen der *L. diurna* Sibth.; neben diesen Formen kommen noch verkümmerte, aber kaum intermediäre Gebilde vor“ (ФокЕ, 1868, S. 143), und hierauf hatte ich mich gestützt (1900, a).

Leider konnte ich aber bei einer Nachuntersuchung hiervon nichts finden; im Gegentheil, die charakteristischste Differenz der Pollenkörner der Stammeltern, die grobe Netzstructur der Exine bei *M. rubrum*, die feine bei *M. album*, ist beim Bastard nahezu ausgeglichen, und zwar bei allen Körnern gleichmässig. Hier hätten wir also gleich einen Fall gehabt, der nicht zu unserer Annahme passt; ich wollte ihn jedoch, bei der bekannten Controverse über die Bildung der Exine und ihrer Sculpturen, nicht verwerthen, und sah mich nach passenden anderen Objecten um. Ein solches schien mir der Bastard zwischen dem typischen *Eplobium angustifolium* mit rothen Blüten und der weissen Abart; seine Pollenkörner waren genau so graugrün wie die der Stammform. Natürlich hatte ich mich überzeugt, worauf die Färbung beruhte: es war die Intine, die grünlichblau war. Darauf hin hielt ich mich für berechtigt, auf Grund der oben mitgetheilten Ueberlegung anzunehmen, dass die Spaltung der Anlagen später erfolgen dürfte, und suchte den Zeitpunkt bei jener Theilung, die den generativen und den vegetativen Kern des Pollenkornes liefert; dass die beiden generativen Kerne gleichartig sein mussten, stand fest (S. 310). Ich habe dann noch eine Reihe von Rassenbastarden hergestellt, bei denen die Eltern verschiedenartige Pollenkörner besitzen; geblüht hat bis jetzt nur einer, *Papaver Rhoëas* f. typ. + f. *alba*, dessen Pollenkörner stets alle denen der typischen Form glichen, d. h. einen

¹⁾ Dasselbe Raisonement würde auch mutatis mutandis für STRASBURGER'S Annahme gelten. Die Hälfte aller Tetraden, oder, wenn diese nicht mehr erkennbar sein sollten, die Hälfte der Gesamtzahl der Körner müsste das eine, die andere Hälfte das andere Merkmal aufweisen; denn jede Pollenmutterzelle behält nach ihm nur mehr eine Anlage in entwicklungsfähigem Zustand.

grünlich-blauvioletten Inhalt besaßen, je nach dem Individuum etwas heller oder dunkler.

Gegen diese Argumentation hat nun STRASBURGER Verschiedenes eingewendet. Erstens, dass bei *Epilobium angustifolium* die unter dem Einfluss der Tapetenzellen gebildete Exine die Färbung bedinge, dann, als ich die Unrichtigkeit dieser Annahme, für die ich in keiner Weise verantwortlich war, durch Veröffentlichung meiner Untersuchung nachgewiesen hatte, dass eine Correlation zwischen Blütenfarbe und Pollenfarbe bestehe. Eine solche Correlation muss nicht vorhanden sein: *Medicago sativa* hat dieselben Pollenkörner wie *M. falcata*, die weisse Rasse der *Salvia pratensis* dieselben wie die blaue. STRASBURGER will auch nur ihre Wahrscheinlichkeit betonen. Ihre Möglichkeit gebe ich gerne zu, ich kann nur nicht einsehen, warum der Einfluss der veränderten Anlage im Kern des Pollenkornes diese Correlation nicht überwinden sollte.

Damit sind wir zu der Grundfrage gekommen, in deren Beantwortung sich STRASBURGER und ich unterscheiden: Wann entfalten sich die Anlagen? Nach meiner Meinung ist es das Natürlichste, anzunehmen, dass eine blaue Intine jedesmal dann entsteht, wenn 1. im Kern (oder sonst in der Zelle) die Anlage steckt, einen von der Intine speicherbaren blauen Farbstoff zu bilden, und 2. die Intine gebildet wird; umgekehrt, dass die entstehende Intine farblos bleibt, wenn die Anlage fehlt. Verhält sich die Sache anders, so verlangt sie jedesmal eine Erklärung, von vornherein ist das unverständlich. Nach STRASBURGER genügt aber die Anwesenheit der Anlage und der Ablauf der Prozesse, bei denen sie sich sonst entfaltet, nicht; die Anlage soll sich erst in der nächsten Generation entfalten, deshalb entfaltet sie sich noch nicht. Dieses Sollen war mir nicht ganz verständlich, und es ist mir auch inzwischen nicht geworden, auch nicht durch den Hinweis auf O. HERTWIG's Biogenesis; es entfaltet sich doch manche Anlage, wenn sie sich nicht entfalten sollte, mögen nun Zähne oder Haare in einer Ovarialgeschwulst oder Ranken an Stelle von Fiederblättchen entstehen.

Ich will noch kurz einen Einwand berühren, den man mir machen könnte, dem ich jedoch ebenfalls keine grosse Beweiskraft zuschreiben kann. Die Theilung des Pollenkornes in die generative und die vegetative Zelle erfolgt sehr früh, bei *Epilobium* wahrscheinlich — leider habe ich nicht darauf geachtet — ehe die Färbung der Intine deutlich wird. Bei ihr erhielte, nach unserer Annahme, bald die vegetative, bald die generative Zelle den Kern mit der dominirenden Anlage, der für eine blaue Intine. Wenn nun der Kern der vegetativen Zelle allein Einfluss auf die Färbung der Intine hätte, so müsste — immer vorausgesetzt, dass die Theilung früh genug erfolgte — trotz des späteren Termines der Spaltung doch die Hälfte der Pollenkörner eine farblose Intine erhalten, — weil in den Kernen ihrer vegetativen Zellen

die Anlage zur Farbstoffbildung fehlte. Ich kann mir aber vorstellen, dass der Kern der generativen Zelle, die dann die dominirende Anlage besässe, über seinen eigentlichen Rayon hinaus wirken könnte.

Etwas anderes ist es, ob sich die Anlage, die sich entfalten soll, auch entfalten kann. Seitdem ich die Ergebnisse von DRIESCH's Versuchen mit reciproker Bastardirung von Seeigeln kenne, bei denen sich die Eigenschaften des Vaters zunächst gar nicht zeigten, hat die oben angeführte Argumentation in meinen Augen sehr viel von ihrer Beweiskraft eingebüsst. Ich habe deshalb (1900 *b*) selbst erklärt, dass ich die Frage durchaus nicht für gelöst halte, ja ich halte jetzt meine erste Annahme — dass die Spaltung bei der Theilung der Pollenmutterzellen eintritt — wieder für wahrscheinlicher.

Die Längsspaltung der Chromosomen in zwei aufeinander senkrechten Ebenen könnte auch als Argument für sie angeführt werden, freilich nicht als Beweis, schon deshalb nicht, weil die ganze oben entwickelte Vorstellung über die Form der Spaltung eine reine Construction ist.

Im Vorstehenden habe ich versucht, meine Ansichten über den Modus der Spaltung der Anlagen zu entwickeln, und habe auch die Frage nach dem Zeitpunkt der Spaltung erörtert, soweit mir das an der Hand der vorliegenden Thatsachen möglich schien. Es fragt sich nun noch, ob nicht durch weitere Versuche eine definitive Antwort in beiden Punkten erzielt werden kann. Die Frage dürfte zu bejahen sein.

STRASBURGER hat neuerdings zu dem Zweck Bastardierungsversuche mit Lilien vorgeschlagen. Hier wird die Embryosackmutterzelle direct zum Embryosack, sodass, falls die Spaltung durch die erste Theilung der Mutterzelle erfolgte, der eine Polkern eine andere Anlage erhielte als der andere. Das könnte sich, wie aus der Tabelle auf S. 310 hervorgeht, zunächst im Zahlenverhältniss der verschiedenen ausgebildeten Endosperme verrathen, nämlich dann, wenn $A + A + a$ anders ausfiele, als $A + a + a$ (was durchaus nicht der Fall zu sein braucht und bei dem Merkmalspaar Stärke-Dextrin beim Mais auch wirklich nicht der Fall ist), oder darin, dass alle Endosperme gleichmässig ausgebildet würden. Auf jeden Fall wäre eine Vorausbestimmung der 25% Keime mit der recessiven Anlage nach der Beschaffenheit des Endosperms nicht mehr möglich. Leider sind mir keine brauchbaren Differenzen im Endosperm bei bastardirbaren Lilien-Arten oder -Rassen bekannt. Ein solcher Versuch würde wenigstens die erste Frage entscheiden.

Einen anderen Weg habe ich bereits eingeschlagen; doch wird die Entscheidung frühestens in zwei Jahren fallen — wenn die grossen experimentellen Schwierigkeiten überhaupt überwunden werden können. Ihn meinte ich, als ich von Versuchen schrieb, die nicht „von heute auf morgen“ fertig sein können.

Es handelt sich um den experimentellen Nachweis der Eigenschaften aller vier Körner einer Pollentetrade durch den Bastardirungsversuch. Ergiebt sich wiederholt, dass alle vier Körner derselben Tetrade die gleiche Anlage besitzen — entweder alle A oder alle a —, so muss die Entscheidung vor der ersten Theilung der Pollenmutterzelle gefallen sein und kann kaum durch eine Theilung zu Stande gekommen sein; STRASBURGER's Annahme wäre dadurch so gut wie bewiesen. Ergiebt sich dagegen, dass jede Tetrade beiderlei Körner enthält — solche mit der Anlage A und solche mit der Anlage a —, so ist sicher, dass die Pollenmutterzelle direct vor der Theilung noch beiderlei Anlagen besessen haben muss. Stellt sich nun weiter heraus, dass nie mehr als zwei Körner derselben Tetrade eine bestimmte Anlage enthalten, so muss die Spaltung durch eine Kerntheilung, und zwar die erste der Pollenmutterzelle, ausgeführt worden sein. Findet man aber, dass auch drei Körner, oder gelegentlich einmal alle vier, dieselbe Anlage besitzen können, so kann die „Spaltung“ entweder durch eine Unterdrückung, wie sie STRASBURGER annimmt, geschehen sein, aber auf einem späteren Stadium, oder durch eine Zelltheilung auf einem späteren Stadium: bei der Theilung der Pollenzelle in die vegetative und die generative. Einen Weg, diese Frage zu entscheiden, sehe ich z. Z. nicht.

Der Nachweis, dass ein „spaltender“ Bastard zweierlei äusserlich unterscheidbare, lose Pollenzellen bilde, solche wie die eine und solche wie die andere Stammart, im Verhältniss 1 : 1, würde nach dem eben Ausgeführten für sich allein noch gar nichts beweisen. Erst wenn man sähe, dass der Bastard in derselben Tetrade die zweierlei Pollenkörner bilde, wäre etwas gewonnen. Die Möglichkeit, dass etwas derartiges vorkommt, halte ich nicht für ausgeschlossen¹⁾.

Litteratur.

1894. STRASBURGER, E., Ueber periodische Reduction der Chromosomenzahl. *Biolog. Centralbl.* S. 817 u. f.
 1900. — Versuche mit diöcischen Pflanzen etc. *Biolog. Centralbl.* S. 657 u. f. Der einschlägige Abschn. vom 15. Dec.
 1901. — Ueber Befruchtung. *Botan. Ztg.* II. Abth. Nr. 23.
 1900 a. CORRENS, C., G. MENDEL's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. *Ber. d. D. bot. Ges.* S. 158.
 1900 b. — GREGOR MENDEL's Versuche etc. *Botan. Zeitung.* II. Abth. Nr. 15 (1. Aug.).
 1900 d. — Ueber Levkoyenbastarde. *Bot. Centralblatt.* 84. S. 97 (18. Oct.).
 1901 b. — Bastarde zwischen Maisrassen etc. *Bibl. botanica.* Heft 53.
 1868. FOCKE, O. W., Ueber dichotype Gewächse. *Oesterr. botan. Zeitschr.* S. 139.
 1902. HAECKER, V., Ueber die Autonomie der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz vom Ei bis zu den Fortpflanzungszellen. *Anatom. Anz.* 20. Nr. 18.

¹⁾ Anmerkung bei der Correctur. Eben erscheint im 1. Heft des XX. Bandes der *Berichte d. D. bot. Ges.* eine Mittheilung E. TSCHERMAK's „Ueber Correlation zwischen vegetativen und sexuellen Merkmalen an Erbsenmischlingen“. Diese mir wohlbekanntesten Fälle rein mütterlicher Charaktere bei Bastarden lassen eine Erklärung zu, die ich in meinem längst gedruckten Hamburger Vortrag — im I. leider noch immer nicht erschienenen Generalversammlungsheft der *Berichte*, Bd. XIX — angedeutet habe.

11. Ueber Bastardirungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen¹⁾.

Erste Mittheilung.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 20, H. 10, S. 594—608. 1902.

(Eingegangen am 22. December 1902.)

Seit einigen Jahren bin ich mit Bastardirungsversuchen innerhalb der Gattung *Mirabilis* beschäftigt, die sich wie von selbst an die Bestäubungsversuche angeschlossen haben, über die ich seinerzeit an dieser Stelle berichtete²⁾. Die Witterung des verflossenen Sommers war für diese wie für manche andere Versuche so ungünstig, dass es ein Jahr länger dauern wird, bis sie zu einem gewissen Abschluss kommen werden. Deshalb will ich hier über einige Ergebnisse vorläufig berichten.

I.

Die Arten der Gattung *Mirabilis* im engeren Sinne (*Eu-Mirabilis* Benth. et Hook.), *Mirabilis Jalapa*, *dichotoma* und *longiflora*, haben schon oft zu Bastardirungsversuchen gedient. Ich kann hier nur ganz kurz die vorliegende Litteratur anführen; sie soll später eingehend besprochen werden.

¹⁾ „Es mangelt in der Wissenschaft ein Wort, welches kurz das, was ich früher ‚systematische Einheit‘ genannt habe, also eine grössere oder kleinere Zahl von verwandten Organismen, bezeichnete. Man gebraucht dafür wohl die Ausdrücke ‚Form‘ oder ‚Gruppe‘ oder selbst ‚Art‘; dieselben werden aber oft zweideutig und für Zusammensetzungen unbrauchbar. Unter Sippe verstehe ich also jede systematische Einheit: Rasse, Varietät, Art, Gattung, Ordnung, Classe.“ NÄGELI, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 10, Anm. — „MENDEL benutzt hier das Wort Sippe in seiner alten, richtigen Bedeutung, während NÄGELI Sippen nennt, was für Andere Rassen, und Rassen, was bei Anderen Varietäten sind. Vergl. die Litteratur über diesen Punkt bei CORRENS, Berichte der Deutschen bot. Ges. XIX. Generalvers. Heft S. 77, G. A. 8, 270.“ DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. II. S. 189, Anm. (1892). — Ich sagte an der von DE VRIES citirten Stelle: „Gerade beim Studium der Bastarde wurde mir die Nothwendigkeit recht klar, eine Bezeichnung zu haben, die es unentschieden lässt, ob eine systematische Einheit eine Species, im weiteren oder engeren Sinne, eine Varietät, oder eine Rasse etc. ist. NÄGELI hat dafür das Wort Sippe vorgeschlagen, und es ist zu hoffen, dass DE VRIES (Die Mutationen und die Mutationsperioden etc. S. 14, 1901) nicht darauf besteht, dieses Wort für ‚Gesammtart‘ oder ‚Collectivart‘ einzuführen“. Die citirte Stelle bei DE VRIES (1901) lautet: „Statt der Bezeichnung Sammelart . . . ist neuerdings von BELLI das Wort Stirps vorgeschlagen, für das man wohl am besten das deutsche Wort Sippe wählen könnte“. —

²⁾ Ueber den Einfluss, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner auf die Nachkommenschaft hat. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 422 (1900, G. A. 5).

Die meisten und besten Beobachtungen hat KÖLREUTER geliefert; ausser in der zweiten¹⁾ und dritten²⁾ Fortsetzung der „vorläufigen Nachricht“ hat er in den Denkschriften der Petersburger Akademie nach und nach in 4 Mittheilungen³⁾ mehr als 80 verschiedene Versuche beschrieben. Die beiden ersten Mittheilungen sind wenig bekannt geworden, die beiden letzten fast völlig unbeachtet geblieben⁴⁾; ich bin erst während meiner Versuche auf sie aufmerksam geworden⁵⁾. Die meisten Beobachtungen beziehen sich auf die Bastarde zwischen den drei oben aufgeführten Arten und alle möglichen Rückbastardirungen mit den Stammarten. Die Bastarde zwischen den verschiedenen Sippen der *Mirabilis Jalapa* fanden nur geringe Beachtung; speciell über ihre Nachkommenschaft liegen nur ganz wenig Angaben vor. Eigenthümlich berührt es, dass KÖLREUTER all' diese Menge von Versuchen nirgends zu anderen theoretischen Erörterungen als zum Nachweis der „plenaria fere *Jalapae vulg.* in *longifloram* transmutatio“ benützt.

Es sind dann die Angaben GÄRTNER's⁶⁾ zu erwähnen, ferner die umfangreichen Versuche LECOQ's⁷⁾ und jene NAUDIN's⁸⁾, die gegenüber KÖLREUTER's Versuchen — welche, wie jene GÄRTNER's, den beiden französischen Forschern unbekannt geblieben waren — keinen wesentlichen Fortschritt bedeuten.

LECOQ hat unter anderem viele Bastarde zwischen Sippen der *Mirabilis Jalapa* hergestellt, aber zu summarisch beschrieben; Mittheilungen über ihre Nachkommen fehlen ganz. Unter NAUDIN's Angaben haben besonders jene über einen (angeblichen) Bastard zwischen *Mirabilis Jalapa* und *Mirabilis longiflora* Beachtung gefunden, wegen seiner Variabilität in der Farbe; die Blüthenhülle war, wie auf Tafel 2 von RIOCREUX's Meisterhand abgebildet ist, bald weiss, bald roth, bald weiss und roth, „sectorial“, gestreift. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass hier ein Irrthum unterlaufen ist und ein Bastard zwischen zwei *Jalapa*-Sippen vorlag; ein Blick auf die Abbildungen

¹⁾ J. G. KÖLREUTER, Zweyte Fortsetzung der vorläufigen Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen, S. 126 (1764).

²⁾ Dritte Fortsetzung etc., S. 106 (1766).

³⁾ Nova Acta Acad. Scient. Imp. Petropolitan., Tom. XI S. 389, (1798) XII S. 378 (1801), XIII S. 305 (1802), XIV S. 373 (1805).

⁴⁾ Z. B. bei W. O. FOCKE, Pflanzenmischlinge (1881).

⁵⁾ Durch die Biographie KÖLREUTER's von W. BEHRENS, Karlsruhe 1894.

⁶⁾ C. F. v. GÄRTNER, Versuche und Beobachtungen über die Bastardzeugung (1849), passim.

⁷⁾ LECOQ hat seine Versuche mehrfach beschrieben, z. B. Bull. Soc. Bot. France IX (25 Avril 1862). Die Berichte sind nur wenig verschieden; den in der Et. géogr. bot. I. p. 161 kenne ich nicht.

⁸⁾ Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux. Nouvelles Archives du Muséum, tome I (1863). Ferner: De l'hybridité comme cause de variabilité dans les végétaux. Ann. sc. nat., Botan., V. Sér., Tom. III. p. 158 (1865).

lehrt das sofort. Der richtige Bastard *Mirabilis Jalapa longiflora* hat ganz anders geformte Hüllkelche und vor allem andere Blütenhüllen; die Angaben KÖLREUTER's, GÄRTNER's, LECOQ's stimmen hierin ganz mit meinen eigenen Beobachtungen — an 26 Individuen — überein. Später hat NAUDIN den richtigen Bastard von Mr. CHAPPELLIER¹⁾ erhalten, der so freundlich war, auch mir ein Stück als Vergleichsmaterial zu senden.

An und für sich ist die Gattung *Mirabilis* für Bastardirungsversuche gar nicht günstig, einmal wegen des bedeutenden Raumes, den jedes Individuum in den Culturen einnimmt, dann, weil der Fruchtknoten eine einzige Samenanlage einschliesst, jedes einzelne Bastardindividuum also durch einen besonderen Versuch hergestellt werden muss, endlich wegen der Ansprüche an das Klima, die bei uns in schlechten Sommern, besonders im ersten Lebensjahr der Pflanze, eine späte Blüthezeit und keinen Frucht-ertrag bedingen können. Diese Nachtheile werden durch die Bequemlichkeit, mit der man an den Blüten operiren kann, durch die Neigung zu Selbstbefruchtung und durch die Möglichkeit, dieselbe Pflanze Jahr für Jahr zu beobachten, nicht aufgewogen. Nur die besonders merkwürdigen Eigenschaften der Bastarde können die aufgewendete Mühe begreiflich machen.

Auf die Zahlenverhältnisse bei der Spaltung der Nachkommenschaft der Bastarde bin ich hier kaum eingegangen. Zahlen, die von den durch die MENDEL'sche Spaltungsregel verlangten abweichen, beweisen, wie ich gezeigt habe²⁾, gar nichts, wenn sie sich auf die durch Selbstbefruchtung entstandene Nachkommenschaft beziehen; und die genügende Zahl Rückkreuzungen mit den Stammeltern, die allein entscheiden, lässt sich hier nur sehr allmählich gewinnen. — Der Mangel an Raum hat es mir bis jetzt nicht einmal erlaubt, Pflanzen von allen bereits ausgeführten Bastardirungen aufzuziehen, geschweige denn alle einzelnen Individuen; vielfach habe ich mich auf 6—10 pro Versuch beschränken müssen. Ich hoffe in den nächsten Jahren die Aus- saaten ausdehnen zu können.

¹⁾ Vergl. P. CHAPPELLIER, Note on a hybrid of *Mirabilis*. Journ. Roy. Hort. Soc., Vol. XXIV. p. 279 (1900).

In einer Anmerkung, die unbeachtet geblieben ist, sagt übrigens NAUDIN (1863) selbst: „Cet hybride était, selon toute probabilité, de seconde génération ou d'une génération plus avancée, et en voie de retour vers l'espèce du *Mirabilis Jalapa*. Des observations, faites depuis que ce mémoire a été présenté à l'Académie, ne me laissent presque aucun doute à ce sujet“. Ein Grund, das anzunehmen, liegt nicht vor; es hatte gewiss Afterbefruchtung mit dem Pollen eines (gestreiftblühenden?) Exemplares der *Mirabilis Jalapa* stattgefunden. In seinem zweiten Bericht (1865), in dem er die Nachkommenschaft des richtigen, von Mr. CHAPPELLIER stammenden Bastardes beschreibt, gedenkt NAUDIN mit keinem Worte des Unterschiedes zwischen diesem und der Pflanze der „Nouvelles recherches“.

²⁾ Scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde. Diese Berichte, dieser Jahrgang, S. 159 u. f., G. A. 9, 287 u. f.

II.

Zu den Versuchen wurde benützt:

I. *Mirabilis Jalapa* in einer Reihe von Sippen, die, wenigstens zum Theil, schon sehr alt sind. Die hochwüchsigen Sippen mit grünen Blättern und einfarbigen Blütenhüllen:

1. *roth, M. J. (typica) rubra,*
2. *rosa, M. J. (typ.) rosea,*
3. *gelblich (sehr blass orange-gelb) M. J. (typ.) gilva,*
4. *weiss, M. J. (typ.) alba,*

erwiesen sich, so weit meine, einstweilen nicht zu umfangreichen Aussaaten reichen, den Angaben in der Litteratur entsprechend, als völlig constant. Eine weitere Sippe:

5. *lebhaft gelb, M. J. (typ.) flava,*

war nicht constant, sie gab auch gelbliche Nachkommen.

Ausschlaggebend für die Farbe der Blütenhüllen, auch der gelben, ist stets die Farbe des Zellsaftes. Das „Roth“ der Sippe 1 zerfällt selbst wieder in verschiedene Nuancen; bald ist es ganz rein (*M. J. (typ.) kermesina*), bald ausgesprochen mit Gelb gemischt — indem der Zellsaft entsprechend gefärbt ist — *M. J. (typ.) flavorubra*, bald intermediär (*M. J. (typ.) rubra* schlechthin). Auf die Constanz dieser Sippen gehe ich hier nicht ein, da meine Versuche noch zu wenig ausgedehnt sind. — Die Blütenhüllen der Sippe *rosea* enthalten nur etwa $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ der Anthocyanmenge der Sippe *rubra*. — Die Färbung der Staubgefässe und Griffel entspricht nicht ganz der der Blütenhüllen.

Niedrigeren Wuchs, hell- und dunkelgrün gefleckte Blätter und rothe Blüten besass eine sechste Sippe:

6. *M. J. minor variegata rubra.*

Die Pflanzen blieben um etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ niedriger, als jene der Sippen 1—5, und eine gleichgrosse Blattfläche enthielt nur etwa $\frac{40}{100}$ der Chlorophyllmenge derselben. Die Sippe war in Hinsicht auf die Blattfärbung nicht völlig constant; von 24 Individuen, die durch Selbstbefruchtung von einer Pflanze abstammten, waren 20 stark gescheckt, 2 ebenso, aber mit einigen rein grünen Blättern, und 2 rein grün.

Zwei weitere Sippen mit zwergigem Wuchs und chlorophyllarmen und etwas gescheckten Blättern besaßen gestreifte Blüten:

7. *weiss, roth gestreift, M. J. nana aurea alba, rubro striata,*
8. *gelb, roth gestreift, M. J. nana aurea flava, rubro striata.*

Sie waren nur etwa $\frac{1}{3}$ so hoch, wie die Sippen 1—5, und eine gleich grosse Blattfläche enthielt nur etwa $\frac{28}{100}$ bis $\frac{30}{100}$ von der Chlorophyllmenge

eines Blattes der letzteren. Bei gleicher Concentration war die Lösung bei 7 und 8 etwas mehr gelblichgrün. Nach dem Ausschütteln mit Benzin stellte sich zwar heraus, dass sie relativ mehr Xanthophyll (sens. lat.) enthielt, aber nur wenig mehr; im Wesentlichen unterscheiden sich die *aurea*-Sippen dadurch, dass beide Farbstoffe, Chlorophyll und Xanthophyll, in viel geringerer Menge auftreten. Ob das auch für andere „gelbbunte“ Blätter besitzende Pflanzen gilt, bleibt zu untersuchen, ist aber wahrscheinlich¹⁾

Beide Sippen waren, bis auf Schwankungen im Ausmass des Roth, völlig constant²⁾.

II. *Mirabilis longiflora* in der gewöhnlichen Form (Saum der Blütenhülle weiss, Schlund rothviolett), die völlig constant war.

Die Versuche wurden mit allen Cautelen, aber im Freien, angestellt.

III.

I. Bastarde zwischen Sippen der *Mirabilis Jalapa*.

A. Merkmalspaare von der Farbe der Blütenhülle.

I. Erste Generation.

a.

1. Merkmalspaar: *weiss* und *roth*.

M. J. alba + rubra, *M. J. alba + minor variegata rubra*, *M. J. minor variegata rubra + alba*.

Alle Individuen blühten homogen roth, ähnlich wie die Sippen 1 und 6; genauere Farbstoffbestimmungen wurden aber hier, wie in den folgenden Fällen, noch nicht durchgeführt.

2. Merkmalspaar: *weiss* und *rosa*.

M. J. alba + rosea.

Alle Individuen blühten rosa, wie die Sippe 2; die Blütenhüllen waren aber ausserdem noch roth gestreift, einzelne waren ganz roth.

3. Merkmalspaar: *weiss* und *gelblich*.

M. J. alba + gilva.

Das Ergebniss war ein ganz unerwartetes. Von den 61 Individuen, die es bis zum Blühen brachten, trugen fast alle (59) *rosa* Blütenhüllen, die mit Roth gesprenkelt und gestreift waren, ziemlich viele (mindestens ein Drittel) ausserdem einzelne rothe Blüten oder ganze rothblühende Aeste. Ein Individuum jedoch brachte fast lauter homogene, rosa gefärbte Blüten und eines

¹⁾ Vergl. dagegen: DE VRIES, Mutationstheorie I. S. 509.

²⁾ Eine weitere Zwergsippe mit dreifarbigem Blütenhüllen gab dagegen einige grüne Keimlinge! Möglich, dass noch ausgedehntere Versuche dies auch für Sippe 7 und 8 lehren.

durchgängig weisse, roth gestreifte. In allen Fällen war das Rosa vollkommen rein, ohne Beimischung von Gelb: dieses letztere wurde nur ein einziges Mal als kleiner Fleck an einer sonst rothen „Rückschlagsblüthe“ beobachtet. Im zweiten Jahr verhielten sich die überwinterten 20 Pflanzen gleich.

4. Merkmalspaar: *weiss* und *gelb*.

M. J. alba + *flava*.

Das Ergebniss war ebenfalls ein ganz unerwartetes. Wäre die Sippe *flava* rein gewesen, so hätten zweifellos alle Bastarde *roth* geblüht. So traten neben solchen Individuen, deren Roth vollkommen rein, ohne Beimischung von Gelb, war und merklich heller als bei der Sippe *rubra*, auch Individuen mit weissen und solche mit weiss und roth gestreiften Blütenhüllen auf.

5. Merkmalspaar: *rosa* und *gelblich*.

M. J. gilva + *rosea*.

Die Bastarde blühten homogen *rosa*, wie Sippe 2, vom Gelb zeigte sich keine Spur. (Ein einzelnes, gelblich, wie Sippe 3, blühendes Individuum verdankte seine Existenz zweifellos einem Versehen beim Castriren).

6. Merkmalspaar: *rosa* und *roth*.

M. J. rosea + *rubra*.

Alle Individuen blühten homogen *roth*, wie die der Sippe 1.

7. Merkmalspaar: *gelblich* und *gelb*.

M. J. gilva + *flava*.

Wäre das pollenliefernde Individuum der Sippe *flava* rein gewesen, so hätten zweifellos alle Bastarde *gelb* geblüht, wie Sippe 5; so traten neben derartigen Exemplaren auch solche mit gelblichen Blütenhüllen auf, wie sie die Sippe 3 besitzt, und wie sie auch bei selbstbefruchteter *flava* auftraten.

b.

8. Merkmalspaar: *weiss* und *weiss, roth gestreift*.

M. J. alba + *M. J. nana aurea alba, rubro striata*.

Die Bastarde blühten alle *weiss, roth gestreift*; einzelne Blüten waren, wie bei der Sippe 7, ganz *roth*.

Bekanntlich greift bei den gestreiften *Mirabilis*-Blüthen die Färbung der Blütenhülle auf die Staubgefässe über, so dass bei Sippe 7 in derselben Blüthe blassgelbe Antheren, wie bei Sippe *alba*, und rothe, wie bei Sippe *rubra*, vorkommen können. Die Bastarde, zu deren Erzeugung Pollen aus solchen rothen Antheren genommen worden war, unterschieden sich in nichts von jenen, zu deren Erzeugung Pollen ohne jede Auswahl verwendet worden war.

9. Merkmalspaar, *weiss* und *gelb, roth gestreift*.

M. J. nana aurea flava, rubro striata + *alba*.

Alle Individuen hatten *rothe*, homogene Blütenhüllen.

10. Merkmalspaar: *gelblich* und *weiss, roth gestreift*.*M. J. nana aurea alba, rubro striata + gilva.*

Alle Individuen blühten *rosa*; die meisten Blüthenhüllen waren ausserdem roth gesprenkelt oder gestreift, einzelne waren ganz roth, wie es auch bei Sippe 8 vorkommt.

II. Zweite Generation.

Bisher konnte ich nur von zwei Bastarden die zweite Generation aufziehen.

1. Merkmalspaar: *weiss* und *roth*.*M. J. alba + rubra.*

Die durch Selbstbefruchtung entstandene Nachkommenschaft dreier Individuen der I. Generation stimmte unter sich überein und bestand aus dreierlei Individuen: a) rothblühenden, b) weissblühenden und c) weiss- und roth gestreift blühenden. Die der Klasse a konnten, wie sich herausstellte, schon als Keimpflanzen an ihren rothen Hypocotylen von denen der Klassen b und c unterschieden werden; 22 verschieden stark geröthete wurden grossgezogen und gaben alle dieselben Pflanzen. Die Individuen der Klassen b und c konnten erst an den Blüthen unterschieden werden. Von 169 Keimlingen gehörten 149 (= 88 pCt.) zur Klasse a, 20 (= 12 pCt.) zu den Klassen b und c. Von diesen wurden 11 herangezogen; 3 davon blühten weiss, 8 weiss und roth gestreift.

3. Merkmalspaar: *weiss* und *gelblich*.*M. J. alba + gilva.*

Die durch Selbstbestäubung erzielte Nachkommenschaft von zwei Individuen der I. Generation mit den typischen, *rosa* und *roth gestreiften* Blüthenhüllen, setzte sich aus nicht weniger als fünferlei Individuen zusammen. Am häufigsten waren wieder a) solche mit *rosa, roth gestreiften* Blüthen, dann b) solche mit rein *weissen* und c) solche mit *weissgelben* Blüthen; daneben kamen aber noch d) *homogen rosa blühende* und e) *homogen roth blühende* Pflanzen vor. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird eine noch umfangreichere Aussaat zwei weitere Typen geben, einen sechsten und siebenten, f) *rein gelblich blühende* und g) *weiss und roth gestreifte*.

Die ebenfalls durch Selbstbestäubung erzielte Nachkommenschaft der zwei abweichenden Individuen des Bastardes, die des *weiss und roth gestreift blühenden* und die des *homogen rosa blühenden* (S. 319), stimmten, so weit sie bis jetzt aufgezogen wurde, mit der der normalen Bastardpflanzen überein. Denn dass einzelne Färbungen fehlten (*homogen rosa, homogen roth, weiss und gelb*), und zwei neu auftraten: *weiss und roth gestreift* (in der Nachkommenschaft des *homogen rosa blühenden* Individuums) und *gelblich* (in der Nachkommenschaft beider Individuen), ist gewiss nur Zufall.

III. Rückkreuzung zu den Stammsippen.

3. Merkmalspaar: *weiss* und *gelblich*.

a) weiss + (weiss + gelblich).

M. J. alba + (*alba* + *gilva*).

Die Pflanzen, die durch Bestäubung der Sippe *alba* mit dem Pollen normaler, rosa, roth gestreift blühender Individuen des Bastardes entstanden waren, blühten theils weiss, theils weiss und roth gestreift, theils homogen rosa. Ausserdem war der Pollen einzelner rother Blüten sonst normaler Bastardpflanzen zu Bestäubungen verwendet worden. Die so gebildeten Individuen blühten ebenfalls theils weiss, theils weiss und roth gestreift, theils homogen rosa, einige aber auch rosa, roth gestreift. Dieser Unterschied ist jedoch gewiss nur zufällig und wird bei der Aufzucht einer zahlreicheren Nachkommenschaft aus beiden Bastardirungen verschwinden; dabei werden gewiss auch noch ganz roth blühende Individuen auftreten.

b) gelblich + (weiss + gelblich).

M. J. gilva + (*alba* + *gilva*).

Die durch Bestäubung eines Individuum der Sippe *gilva* mit dem Pollen normaler, rosa, roth gestreift blühender Individuen des Bastardes erzielten Pflanzen blühten theils gelblich (wie die Sippe 3), theils homogen rosa, theils rosa mit rothen Streifen, ausnahmsweise auch homogen roth.

B. Merkmalspaare vom Wuchs der Pflanzen.

1. Merkmalspaar: *niedriger* und *höherer* Wuchs.*M. J. alba* + *minor variegata rubra*, *M. J. minor variegata rubra* + *alba*.

Die Individuen des Bastardes waren alle so hoch oder annähernd so hoch wie (gleich alte!) Individuen der höheren Sippe (1).

2. Merkmalspaar: *zvergiger* und *hoher* Wuchs.*M. J. alba* + *nana aurea alba*, *rubro striata*, *M. J. alba* + *nana aurea flava*, *rubro striata*, *M. J. nana aurea alba*, *rubro striata* + *gilva*, *M. J. nana aurea flava*, *rubro striata* + *alba*.

Die Individuen des Bastardes wurden alle ungefähr so hoch wie das hochwüchsige Elter (Sippe 1 und 3), oder blieben etwas niedriger. Natürlich müssen gleich alte Individuen verglichen werden.

C. Merkmalspaar vom Chlorophyllgehalt der Laubblätter.

Merkmalspaar: *chlorophyllreich* und *chlorophyllarm*.

Versuche wie bei B. 1 und 2.

Die Bastarde sind stets ganz homogen grün und führen auf den ersten Blick so viel Chlorophyll als die chlorophyllreichen Elternsippen. Bei genauer Vergleichung zeigt sich aber, dass sie etwas heller sind, und die colori-

metrische Bestimmung lehrt, dass sie wirklich etwas chlorophyllärmer sind, als jene im Mittel, dass ihr Mittel aber von extrem chlorophyllarmen Individuen der chlorophyllreichen Sippen wenig abweicht. Es betrug $\frac{87}{100}$ bis $\frac{91}{100}$ vom Mittel dieser letzteren.

II. Bastarde zwischen *Mirabilis longiflora* und Sippen der *Mirabilis Jalapa*.

I. Erste Generation.

A. Merkmalspaare von der Farbe der Blütenhülle.

Es wurden 4 verschiedene Bastarde hergestellt, indem vier Sippen von *M. Jalapa* (*alba*, *gilva*, *rosea*, *rubra*) mit Pollen der *M. longiflora* typ. bestäubt wurden. Ich erhielt etwa 10 pCt. Früchte, die gut keimten. Die Versuche, den Bastard durch Bestäuben der *M. longiflora* mit dem Pollen der *M. Jalapa* herzustellen, blieben, wie bei allen anderen Experimentatoren, ohne Erfolg, trotz mannigfaltiger Variationen in der Versuchsanstellung.

Die Blütenfarbe ausgenommen, stimmten diese Bastarde vollkommen unter sich und mit einem Exemplar überein, das ich der Güte Mr. CHAPPELLIER's verdanke.

1. Merkmalspaar: *weiss* und *roth*.

Sämtliche 5 Individuen blühten violett, etwa mit jener Nuance, die der Schlund der Blütenhülle von *M. longiflora* zeigt. Auch die mir übersandte Pflanze CHAPPELLIER's gehört hierher.

2. Merkmalspaar: *weiss* und *rosa*.

Alle 5 Individuen trugen Blütenhüllen mit zart rosa-violett gefärbtem Saum.

3. Merkmalspaar: *weiss* und *gelblich*.

Auch hier wiesen sämtliche 8 Individuen dieselbe Blütenfarbe auf; sie war ähnlich wie beim vorigen Bastard, nur noch heller: sehr zart rosa-violett. Vom Gelb war nichts zu erkennen.

4. Merkmalspaar: *weiss* und *weiss*.

Die 8 Individuen dieses Bastardes besaßen dieselbe Blütenfarbe, der Saum der Blütenhülle war noch heller: (fast) rein weiss.

Die Blütenhüllen dieser vier Bastarde hatten also alle dieselbe Nuance und unterschieden sich nur durch die Intensität; bei den drei letzten war auch diese sehr ähnlich, immerhin konnte man die Pflanzen scharf aus einander halten.

B. Merkmalspaar von der Länge der Blütenhülle: *kurz* und *lang*.

Die Bastarde waren in diesem Punkt intermediär und einförmig, standen aber dem Elter mit der kürzeren Blütenhülle näher. Während *M. longiflora* (nach 64 Messungen¹⁾) im Mittel Blütenhüllen von 137 mm Länge

¹⁾ Gemessen wurde die Länge von der Basis des Hüllkelches bis zur Spitze der Perigonzipfel, zu Beginn des Aufblühens.

besitzt, und die für diese Versuche verwendeten Sippen von *M. Jalapa* (nach 169 Messungen) solche von $42,5$ mm Länge, hat der Bastard (nach 778 Messungen) Blütenhüllen von ca. 64 mm Länge. Diese Zahl ist selbst ein Mittel aus mehreren Mittelzahlen, denn zu Beginn der Messungen (am 9. August 1901) lag das Mittel bei 67 mm und sank (bis zum 21. August 1901) allmählich auf 61 mm. Die Entscheidung der Frage, ob die Variationsamplitude des Bastardes grösser sei, als die der Stammeltern, war damit unerwartet erschwert worden; doch scheint einstweilen soviel sicher zu sein, dass sie bei ihm während eines kurzen Zeitabschnittes nicht grösser ist.

C. Merkmalspaar von der Grösse der Pollenkörner: kleiner und grösser.

M. Jalapa hat wesentlich kleinere Pollenkörner als *M. longiflora*, die tauglichen des Bastardes sind (fast) eben so gross, wie die der letzteren Art. Die vier hohen zu den Versuchen verwendeten *Jalapa*-Sippen haben (nach 1206 Messungen vom August 1901) gut ausgebildete Körner mit dem mittleren Durchmesser von 189μ , *M. longiflora* (nach 999 Messungen) solche mit dem mittleren Durchmesser von 243μ , die relativ sehr wenigen gut ausgebildeten Körner in den Antheren des Bastardes¹⁾ massen (nach 503 Fällen) im Mittel fast eben soviel, nämlich 237μ . Die Variationsamplitude ist nicht grösser wie bei den Eltern²⁾.

Auffällig ist, dass die schon an ihrem Aeussern als untauglich erkennbaren Körner des Bastardes, statt ebenfalls in ihrem mittleren Durchmesser den entsprechenden der *M. longiflora* nahe zu kommen, sich vielmehr den untauglichen der *M. Jalapa* nähern. Soweit meine, freilich nicht sehr zahlreichen Messungen reichen, liegt für diese Körner das Mittel bei *M. Jalapa* bei 114μ , bei *M. longiflora* bei 166μ und bei dem Bastard bei 130μ . Es liegt nahe, die weit über das Mittel hinausgehende Grösse der wenigen tauglichen Körner des Bastardes mit der unter dem Mittel bleibenden Grösse der zahlreichen untauglichen Körner in Verbindung zu bringen.

II. Zweite Generation.

Meine Bastardpflanzen waren, vielleicht in Folge weniger günstiger klimatischer Verhältnisse, nicht so fruchtbar, wie ich es nach den Angaben in der Litteratur erwartet hatte. Dabei waren individuelle Verschiedenheiten der Pflanzen sehr deutlich. Die Nachkommen, die ich aus selbstgezeugenen (sicher durch Selbstbefruchtung entstandenen) Früchten und aus Früchten

¹⁾ Auf die einschlägigen Zählungen komme ich vielleicht an anderer Stelle zurück.

²⁾ Ich habe mich einstweilen darauf beschränkt, nach GALTON's Vorgang die Lage von Q_1 und Q_2 zu bestimmen. Die Amplitude ist bei den Pollenkörnern von *M. Jalapa* weiter, als bei denen von *M. longiflora*, und beim Bastard wie bei *M. longiflora*. (Zusatz bei der Correctur.)

gewann, die mir Mr. CHAPPELLIER zu senden so freundlich war, zeigten die seit KÖLREUTER's Untersuchungen bekannte ausserordentliche Mannigfaltigkeit: keine zwei Exemplare waren sich völlig gleich. Auf Einzelheiten gehe ich hier nicht ein.

IV.

Von den mannigfaltigen Ergebnissen seien nur drei hervorgehoben, die von besonderem Interesse sein dürften.

1. Die auffälligste Thatsache ist gewiss die, dass die Bastarde zwischen der *weissen* und den heller oder dunkler *gelben* Sippen der *M. Jalapa* stets heller oder dunkler *roth* blühen. Sie war für das Merkmalspaar *weiss* und *stark gelb* bereits von KÖLREUTER¹⁾, später auch von LECOQ gefunden worden, blieb aber unbeachtet; wenigstens habe ich sie nirgends in der Litteratur bei der Besprechung (scheinbar) neuer, den Eltern fehlender Merkmale der Bastarde erwähnt gefunden. Meine Beobachtungen unterscheiden sich aber dadurch wesentlich von denen meiner Vorgänger, dass ich keine Spur von Gelb in diesem Roth der Bastarde finden kann²⁾ — weder in dem Rosa des Bastardes *M. J. alba + gilva*, noch in dem Roth des Bastardes *M. J. alba + flava* —, während jene neben dem neu aufgetretenen Roth auch stets noch das Gelb des einen Elters sahen³⁾.

Ebenso auffällig ist das Ergebniss der Bastardirung der *M. longiflora* mit den verschiedenen Farbensippen der *M. Jalapa*: Die Bastarde blühen alle *violett* und unterscheiden sich, was die Blüthenhülle angeht, nur durch die Intensität dieser Violettfärbung.

Auch das war KÖLREUTER wenigstens zum Theil bekannt, doch sah er auch hier neben dem Violett auch noch Gelb in der Blüthenhülle des Bastardes, wenn die stark gelbblühende Sippe der *M. Jalapa* mit dem Pollen der *M. longiflora* bestäubt worden war, was ich für die Combination *M. J. gilva + M. longiflora* nicht bestätigen kann⁴⁾.

Das theoretisch Wichtige dieser Ergebnisse scheint mir nicht darin zu liegen, dass überhaupt Merkmale aufgetreten sind, die nicht vorauszusehen waren — derartige Fälle kennen wir zur Zeit verschiedene —, sondern darin, dass jeder der beiden gelben *Jalapa*-Sippen jedesmal ein besonderes neues Merkmal entspricht, der *blassgelben* das Rosa, resp. das sehr *blass Violettlich*, der *stark gelben* das Roth. — Weniger wichtig scheint mir zu sein, dass

1) KÖLREUTER bemerkt dazu nur: Quam ob causam ex copula harum varietatum tam hoc quam inverso experimento color semper ruber oriatur, merito quaeritur; cum tamen in Verbascis similis coloris olim non acciderit.

2) Dass einmal als Mosaikbildung ein gelber Fleck auftrat (S. 320), gehört nicht hierher.

3) KÖLREUTER sagt sogar von den Blüthen des Bastardes von *M. J. alba* und seiner *flava*: multa flavedine suffusi sive aurantii coloris.

4) Hier sagt KÖLREUTER übrigens nur: cum vix sensibili flavedinis admixtione.

diese neuen Merkmale nicht mir vorliegenden Merkmalen reiner Sippen entsprechen. Eine Ausnahme macht nur — vielleicht scheinbar — das Rosa, das durch Vereinigung der Anlagen für Gelblich und Weiss entsteht, und das wie jenes der Sippe *rosea* aussieht; das Roth aus Gelb und Weiss ist merklich heller als das aller mir bekannten *rubra*-Sippen, und das Blassviolettlich des Bastardes zwischen der gelblichen Sippe von *M. Jalapa* und *M. longiflora* schiebt sich zwischen das hellere Blassviolett des Bastardes mit der weissen und das dunklere des Bastardes mit der rosa Sippe von *M. Jalapa* ein. —

Die ganze Gruppe von Thatsachen macht zweifellos zunächst den Eindruck, dass es sich um Atavismen handele.

Wie wir uns vorstellen können, dass eine alte, schwache Anlage (für eine bestimmte Merkmalskategorie), die neben jeder der eigentlichen Anlagen eines Merkmalspaares noch latent vorhanden ist, durch den Widerstreit dieser bei der Bastardirung zusammen gebrachten eigentlichen Anlagen das Uebergewicht erhält und zur Entfaltung gelangt, hat WEISMANN¹⁾ für den klassischen Fall: den violettblühenden Bastard zwischen den weissblühenden *Datura laevis* und *D. ferox*, schön gezeigt. Für unsere Fälle scheint mir diese Erklärung schon deshalb wenig wahrscheinlich, weil der Bastard zwischen der gelblichen und der gelben Sippe der *M. Jalapa* — bei dessen Bildung ja auch zwei verschiedene Anlagen zusammen kommen —, nicht roth blüht. Man müsste ferner — vor allem in Rücksicht auf die Bastarde zwischen *M. longiflora* und den verschiedenen Sippen der *M. Jalapa* — annehmen, dass ganze Reihen von verschiedenen Ahnenanlagen im Keimplasma vorhanden seien, und dann ist es nicht leicht verständlich, wie jede *Jalapa*-Sippe doch immer nur einer ganz bestimmten Ahnenanlage zur Entfaltung im Bastard verhilft. — Auf der anderen Seite wird man nicht gern sich zu der Annahme entschliessen, es träten wirklich neue Merkmale auf.

Mir scheint eine andere Erklärung näher zu liegen. Der rothe, im Zellsaft gelöste Farbstoff der einen *M. Jalapa*-Sippen und der gleichfalls im Zellsaft gelöste, mit dem rothen sich mischende gelbe der anderen Sippen sind jedenfalls nicht grundverschieden, wie Anthocyan und Carotin es wären. Wir dürfen vielmehr annehmen, dass der eine eine Modification des andern sei, etwa wie der blaue Farbstoff der Hortensie eine Modification des rothen ist²⁾.

Wir hätten dann im Keimplasma aller *Jalapa*-Sippen mit gefärbten Blütenhüllen die eine Anlage A eines Anlagenpaares für die Bildung desselben Farbstoffes anzunehmen — es sei der rothe —, bei jeder Sippe (*gilva*,

¹⁾ A. WEISMANN, Das Keimplasma, p. 421 u. f. (1892).

²⁾ Der Vergleich hinkt in so fern, als es sich bei den *Jalapa*-Sippen nicht um äussere Einflüsse handeln kann, wie bei der Hortensie (conf. MOLISCH, Bot. Zeitg. 1897 S. 49), sondern sich um innere, vererbare handeln müsste.

flava) in einer bestimmten Concentration, und bei einigen Sippen ausserdem noch eine besondere Anlage b eines anderen Anlagenpaares, welche sein Auftreten in einer besonderen Modification — als Gelb — bedingte. Es kämen also z. B. bei einer Bastardirung zwischen *M. J. alba* und *M. J. gilva* zwei Anlagenpaare zusammen:

1. Paar: (*alba*) kein Farbstoff: a + (*gilva*) etwas Farbstoff: A,
2. Paar: (*alba*) keine Modification: B + (*gilva*) Modification in Gelb: b.

Dominirt nun im 1. Paar A über a, im 2. Paar B über b, so entfaltet der Bastard die Merkmale A und B: es muss etwas Farbstoff gebildet werden, und dieser unverändert bleiben; der Bastard wird rosa blühen und, selbstbefruchtet, in der zweiten Generation wieder rosa, gelb und weiss blühende Individuen geben.

Bei dieser Annahme erklärt sich ungezwungen, dass die Bastarde zwischen der gelblichen und der gelben Sippe der *M. Jalapa* nicht roth blühen; sie lässt sich auch gut auf die Bastarde zwischen den verschiedenen Sippen der *M. Jalapa* und der *M. longiflora* übertragen, wenn wir annehmen dürfen, dass auch bei dieser letzteren Art (bei der typischen Sippe nur im Schlunde der Blüthenhülle) eigentlich derselbe Farbstoff vorliegt, wie bei *M. Jalapa*, dass er aber in eine violette Modification gebracht wird, und dass die Anlage dafür dominirt.

Eine Sache für sich ist, meiner Meinung nach, das Auftreten rother Streifen auf der Blüthenhülle oder ganzer Rothfärbung. Es ist besonders auffällig gleich in der ersten Generation des Bastardes *M. J. alba* + *gilva*, zeigte sich aber auch in der zweiten Generation des in der ersten Generation einfarbigen Bastardes *M. J. alba* + *rubra*. Hierin sehe ich einen wirklichen Atavismus meiner *M. J. alba*, im Uebrigen gehe ich hierauf einstweilen nicht ein.

2. Es sei auf die Ergebnisse jener Bastardirungsversuche nochmals hingewiesen, bei denen *M. J. alba* mit dem Pollen ausgesuchter, roth gefärbter Antheren aus weiss und roth gestreiften Blüthen bestäubt wurde. Hätten die Anlagen in den Pollenkörnern dem Aussehen der Antheren entsprochen, in denen sie entstanden waren, so hätten diese Bastarde roth blühen müssen; dass dies nicht der Fall war, dass sie wie jene Bastarde blühten, zu deren Erzeugung der Pollen ohne jede Auswahl verwendet worden war, beweist, dass die Mosaikfärbung der Blüthen nicht durch Zerlegung des Anlagenpaares weiss-roth im Keimplasma während eines bestimmten Stadiums der Blüthenbildung zu Stande kommt, sondern durch einen Wechsel im Dominiren zwischen der einen und der anderen Anlage des Paares, bei der die Zusammensetzung des Keimplasmas unverändert bleibt.

Die Versuche mit anderen Sippen, bei denen der Pollen ganzer, vom Typus abweichender Blüthen verwendet wurde, gaben im Wesentlichen

ein übereinstimmendes Resultat, wenn es auch in diesen Fällen noch nicht sicher ist, dass die verschiedenen Individuen — denn es handelt sich hier stets um eine bunt zusammengesetzte Nachkommenschaft — in denselben Procentzahlen auftreten, wie bei Verwendung des Pollens typischer Blüten.

Diese Beobachtungen sprechen, wie mir scheint, entschieden gegen die Annahme einer Zerlegung des Keimplasmas durch erbungleiche Zelltheilungen während der vegetativen Entwicklung des Individuums. Denn man wird kaum annehmen wollen, dass die Anlagen in den Pollenkörnern aus einem Reserve-Keimplasma stammten. Das schliesst natürlich nicht aus, dass auf einem bestimmten Stadium der Keimzellbildung eine erbungleiche Zelltheilung eintritt. Eine solche habe ich für die Spaltung der Anlagenpaare bei den Bastarden des Erbsen- und Mais-Typus in Anspruch genommen, und der Beweis, den WEISMANN in seinem neuesten Buche¹⁾ für die erbungleiche Theilung anführt, bezieht sich auch auf die Vorgänge bei der Keimzellbildung.

3. Die Variationsamplitude eines Merkmals braucht beim Bastard nicht weiter zu sein, als bei den Elternsippen (Durchmesser der Pollenkörner des Bastardes *M. Jalapa* + *M. longiflora*, Länge der Blütenhüllen beim selben Bastard).

Zum Schluss bemerke ich ausdrücklich, dass die Versuche fortgesetzt werden.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

¹⁾ A. WEISMANN, Vorträge über Descendenztheorie, Bd. I, p. 414 (1902).

12. Über die dominierenden Merkmale der Bastarde.

Mit einem Holzschnitt.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 21, H. 2, S. 133—147. 1903.

(Eingegangen am 23. Februar 1903.)

I.

MENDEL hat in seiner grundlegenden Arbeit über Erbsenhybriden¹⁾ ein Merkmal des Bastardes „dominierend“ genannt, wenn es „dem einen der beiden Stamm - Merkmale entweder so vollkommen gleicht, dass das andere der Beobachtung entschwindet, oder demselben so ähnlich ist, dass eine sichere Unterscheidung nicht stattfinden kann.“ Diese Definition habe ich²⁾ dann, etwas gekürzt, so wiedergegeben, dass ein Merkmal dominierend sei, „wenn das korrespondierende im Bastard der Beobachtung ganz entschwindet oder in ihm nicht sicher erkannt werden kann“³⁾.

Kann es also keinem Zweifel unterliegen, was MENDEL unter einem dominierenden Merkmal verstanden wissen wollte, so ist es doch eine andere Frage, ob es sich empfiehlt, den Begriff des Dominierens auch fernerhin ebenso eng zu fassen. Am nachdrücklichsten ist DE VRIES⁴⁾ neuerdings für

¹⁾ Versuche über Pflanzenhybriden, S. 10 des S. A. und der Ausgabe von TSCHERMAK.

²⁾ Über Levkojenbastarde. Zur Kenntnis der Grenzen der MENDEL'schen Regeln. Bot. Centralbl. Bd. 84, S. 98 (1900), G. A. 4, 25.

³⁾ Ein Referent (Die MENDEL'schen Regeln, ihre ursprüngliche Fassung und ihre modernen Ergänzungen. Biol. Centralbl. Bd. XXII, S. 129. 1902) hat eine Differenz zwischen MENDEL und mir konstruiert, indem er, nach Citierung der oben wiederholten von mir gekürzten Definition MENDEL's, fortfährt: „MENDEL selbst aber sagt (a. a. O. S. 10), dass die als recessiv bezeichneten Merkmale „an den Hybriden zurücktreten oder ganz verschwinden““, und mit der Behauptung schliesst: „MENDEL scheint also den Begriff „dominierend“ nicht so eng gefasst zu haben, wie es CORRENS verstanden wissen will.“

Wer den ganzen Abschnitt bei MENDEL achtsam liest, merkt sofort, dass die von mir oben reproduzierte Stelle MENDEL's **Definition** des Begriffes „dominieren“ enthält, und dass der von dem Referenten hervorgehobene Passus nur dazu dient, die Wahl des **Terminus** „recessiv“ zu motivieren.

Ich hätte auf dieses Missverständnis in dem die Literatur ziemlich einseitig berücksichtigenden Referat gar nicht hingewiesen, wenn es nicht sofort von anderer Seite (BATESON, MENDEL's principles of heredity, S. 191. Anm., 1902) aufgegriffen worden wäre.

⁴⁾ H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, IV. Lieferung, 1902, an verschiedenen Stellen.

eine weitere Fassung eingetreten, im Gegensatz zu seiner früheren Definition¹⁾ des Dominierens als einer „vollen Ausbildung“ des Merkmales eines Elters.

Die zwei antagonistischen Merkmale A , a der beiden Elternsippen I und II eines Bastardes, die zusammen ein Paar bilden, gehören, nach genügender Zerlegung, stets in dieselbe Kategorie²⁾, die ausserdem noch andere Merkmale, a von einer Sippe III, \mathfrak{A} von einer Sippe IV etc. enthalten kann. Alle in ein und dieselbe Kategorie gehörenden Merkmale sind nicht mehr qualitativ, sondern nur mehr quantitativ verschieden, müssen sich also in eine Reihe stellen lassen, und ihre Verschiedenheit muss sich bestimmen, messen lassen³⁾.

Der Bastard kann nun eines der extremen Merkmale, A oder a , der Elternsippen, oder irgend ein dazwischen liegendes Merkmal entfalten (das natürlich bei einer dritten Sippe nicht hybriden Ursprunges auch vorkommen kann). Das ist nicht bloss „eine schematische Übersicht der möglichen Fälle“, sondern auch eine Beobachtungstatsache, die ich bei meinen Maisbastarden, z. B. für das Merkmalspaar: weisses Endosperm — blaues Endosperm, in der ersten Generation des Bastardes, festgestellt habe⁴⁾.

Diese Stellung des Bastardmerkmals zwischen den Merkmalen der Eltern, die ebenfalls bestimmt werden kann, muss das Ergebnis eines Kampfes der zwei Anlagen, der für A und der für a , im Bastard sein, und gibt also einen Massstab für die Stärke der Anlagen und der ihnen entsprechenden Merkmale.

Zwischen das Maximum der Stärke = 1, mit der das eine Merkmal A eines Merkmalpaares A , a auftreten kann, und der gegenüber das andere Merkmal a ganz unwirksam bleibt, und das Minimum der Stärke, = 0, bei der das Merkmal A völlig unerkennbar bleibt, und sich das andere Merkmal, a , voll entfaltet, können wir eine Skala von beliebig viel Werten für die Stärke von A legen. Bei 1 A dominiert A völlig, bei 0 A dominiert a völlig, bei $\frac{1}{2}$ A ist auch $a = \frac{1}{2}$; A und a sind dann gleich stark, das Merkmal des Bastardes zeigt genaue Mittelstellung⁵⁾.

¹⁾ H. DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte Bd. XVIII, S. 84. 1900.

²⁾ Bastarde zwischen Maisrassen etc. Bibliotheca botan. Heft 53, S. 1. 1901, G. A. 7, 77. Auch schon in der vorläufigen Mitteilung, diese Berichte, Bd. XIX, S. 211, G. A. 6, 55.

³⁾ Ibid. S. 3, G. A. 7, 79. Merkmalspaare, wie: gelbe Kotyledonen — grüne Kotyledonen der Erbsen, bilden nur scheinbare Ausnahmen.

⁴⁾ Ibid. S. 53 u. f., G. A. 7, 142 u. f.

⁵⁾ Im Grunde handelt es sich darum, wie gross die Arbeitsleistung der Bastardpflanze ist, wenn an ihr ein gewisses Merkmal zur Entfaltung kommt, im Vergleich mit der Leistung der zwei Elternsippen, wenn diese die entsprechenden Merkmale derselben Kategorie entfalten. Die oben gegebene Darstellung geht davon aus, dass die Arbeitsleistung proportional ist der sichtbaren Ausbildung des Merkmals; eine Annahme, die vielleicht nicht immer zutrifft, die aber einstweilen durch keine bestimmte andere ersetzt werden kann.

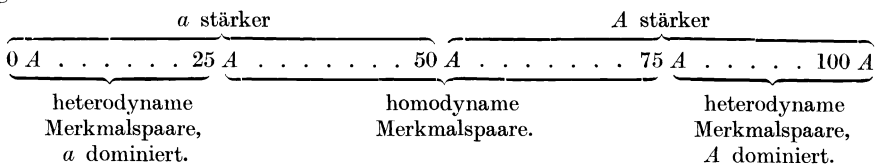
Eine solche vollkommen gleiche Stärke der beiden antagonistischen Anlagen im Bastard und damit eine genaue intermediäre Stellung des Merkmales im Bastard wird es, streng genommen, überhaupt nie geben; stets wird im einzelnen Falle bei zwei bestimmten, bei der Bastardbildung sich vereinigenden Keimzellen die Anlage der einen wenigstens etwas stärker sein, als die der anderen. Man könnte also stets von einem „Dominieren“ sprechen.

Es wird sich aber nicht empfehlen, den Begriff des intermediären Merkmales ganz aufzugeben. Schon aus dem einfachen Grunde nicht, dass wir an ihn zu sehr gewöhnt sind.

Wird aber der Begriff des intermediären Merkmales beibehalten, dann muss zur gegenseitigen Verständigung eine Grenze dem dominierenden Merkmal gegenüber festgestellt werden. Wo die Grenze gezogen wird, ist Sache der Konvenienz.

Einen naheliegenden Vorschlag für eine solche Abgrenzung hat C. C. HURST¹⁾ gemacht. Er bezeichnet von der ganzen Reihe zwischen A und a alles, was $\frac{3}{4} A$ und mehr A ist, als A , alles, was $\frac{3}{4} a$ und mehr a ist, als a , und alles zwischen $\frac{3}{4} A$ und $\frac{3}{4} a$ als intermediär oder als $A a$.

Wir wollen uns dem anschliessen, aber, der Bequemlichkeit halber, statt mit Brüchen mit Prozenten rechnen und alle Werte auf dasselbe Merkmal des antagonistischen Paares, z. B. A , beziehen, da ja die Werte für a nur die Reciproca jener für A sind. Dann können wir als Merkmalspaare mit einem dominierenden Paarling, als heterodyname, jene bezeichnen, bei denen das Merkmal A entweder voll, = 100 pCt., und herab bis 75 pCt. ausgebildet wird, oder zu 25 pCt. und herab bis 0 pCt. Im ersten Fall (100 pCt. bis 75 pCt. A) dominiert A , im zweiten (25 pCt. bis 0 pCt. A) dominiert a , und ist A recessiv. Bei den Merkmalspaaren ohne dominierenden Paarling, den homodynamen, ist A zu 75 pCt. bis 25 pCt. ausgebildet.



Man könnte sich ebenso gut auf andere Grenzen einigen, oder noch auf jeder Seite eine Zwischenstufe einschieben, den „goneoklinen“ Bastarden KERNER's entsprechend. Es wird immer Fälle geben, die unklassifizierbar bleiben müssen. Einmal, weil auf der Grenze eine genügend genaue Bestimmung der Merkmalsstärke einfach unmöglich ist, und dann, weil bei den

¹⁾ C. C. HURST, MENDEL's „Law“ applied to Orchid Hybrids. Journ. Roy. Hort. Soc. Vol. XXVII. Part. 4. 1902.

individuellen Differenzen unter den Keimzellen (in der Stärke der Anlage A gegenüber der Anlage a) — selbst wenn sie gering sind — in demselben Merkmalspaar dasselbe Merkmal A beim einen Bastardindividuum in die eine, beim andern Bastardindividuum in die andere Klasse gehören könnte. Je weniger Klassen es gibt, desto leichter sind die einzelnen Fälle unterzubringen. Es sind das keine theoretischen, wissenschaftlichen, sondern rein praktische Fragen.

II.

Das, worauf es in erster Linie ankommt, ist, zu wissen, wie sich die zwei antagonistischen Paarlinge eines Anlagenpaares der Eltern beim Bastard verhalten; die Bezeichnungen dafür kommen erst in zweiter Linie. Wir müssen also suchen, die Entfaltungstärke der Anlagen, das Merkmal des Bastardes, möglichst genau zu bestimmen.

Unter den verschiedenen Merkmalskategorien, die man bis jetzt eingehender berücksichtigt hat, spielen die Intensitätsdifferenzen der Färbung eine grosse Rolle; hier hat man besonders viele Fälle von „Dominieren“ eines Merkmales feststellen zu können geglaubt. Man hat sich dabei begnügt, nach dem allgemeinen Eindruck zu urteilen; der einzige Versuch einer genauen Messung, den ich bis jetzt [für den Bastard zwischen *Hyoseyamus (niger) annuus* und *H. (niger) pallidus*] veröffentlicht habe¹⁾, ist in seinen Konsequenzen ganz unberücksichtigt geblieben.

Der Zweck der folgenden Zeilen ist nun, auf eine Fehlerquelle hinzuweisen, die man offenbar bei der Beurteilung der Stellung des Bastardmerkmals zwischen den elterlichen Merkmalen ausser acht gelassen hat, die aber von sehr grossem Einfluss ist.

Man hat nämlich bei diesen Schätzungen nicht beachtet, dass auch für die Gesichtsempfindungen das WEBER'sche Gesetz, wenigstens in grossen Zügen, gilt²⁾. Danach steigt bekanntlich die Empfindung — in unserem Falle die Intensität, die eine Farbstofflösung für unser Auge besitzt — nicht gleichmässig mit dem Reize — in unserem Falle mit der Konzentration der Farbstofflösung —, sondern viel langsamer, nach FECHNER's Annahme proportional dem Logarithmus des Reizes. Man kann bekanntlich auch sagen, die Empfindungsintensität steigt im arithmetischen, die Reizstärke im geometrischen Verhältnis.

Der graphische Ausdruck dafür ist, dass die Kurve der Intensität sich vom Nullpunkt (Farblosigkeit) rasch erhebt, um dann mit zunehmender Konzentration immer flacher und flacher zu werden und schliesslich, wenn

¹⁾ Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre. Diese Berichte, Generalvers.-Heft Bd. XIX, S. 80 (1901), G. A. 8, 273.

²⁾ Man vergl. z. B. TH. ZIEHEN, Leitfaden der physiologischen Psychologie. II. Aufl., Jena 1893.

die „Reizhöhe“ erreicht ist, der Abscissenachse parallel zu verlaufen, wie es Fig. 1 zeigt.

Die Kurve lehrt sofort, dass es einen geringen Intensitätsunterschied ausmachen kann, ob eine Lösung 100 prozentig oder 75 prozentig ist, dass selbst eine 50 prozentige Lösung nicht sehr viel heller zu sein braucht als die 100 prozentige, und dass jene Konzentration, bei der die Intensität unserem Auge halb so gross erscheint, noch unter 25 pCt. liegen kann.

Übertragen wir das eben allgemein Ausgeführte auf unsere speziellen Fälle, so lehrt es, dass *sehr geringe* Abweichungen in der *Intensität*, die der Bastard gegenüber der Intensität des stärker gefärbten Elters für unser Auge zeigt, *ganz bedeutende* Abweichungen in der *Konzentration* der gebildeten Farbstofflösung ¹⁾ anzeigen können, und umgekehrt, dass *starken* Abweichungen in der Intensität des Bastardes von der desschwächergefärbten Elters *geringe* Abweichungen in der Konzentration der gebildeten Farbstofflösung entsprechen können.

Blüht der Bastard zwischen einer rot- und einer weissblühenden Sippe „etwas heller“

als die rote Elternsippe, so wird in der Tat die Konzentration der Farbstofflösung gleich sehr viel geringer sein; blüht er „rötlich“, so kann er trotzdem der weissen Elternsippe ganz nahe stehen. Am einen Ende der Skala wird eben, nach dem Eindruck, den die Lösung macht, die ihr zu Grund liegende Konzentration überschätzt, am andern unterschätzt²⁾.

Natürlich handelt es sich bei der Untersuchung eines Bastardes nicht darum, festzustellen, wieviel schwächer unserem Auge die Intensität eines gefärbten Organes, etwa einer Blumenkrone, erscheint, verglichen mit der Blumenkrone des einen Elters, es kann sich nur darum handeln, festzustellen, in welcher Konzentration der Bastard die Farbstofflösung ausbildet.

¹⁾ Ich spreche hier und im folgenden der Kürze halber stets von einer Farbstofflösung und ihrer Konzentration; das Ausgeführte gilt natürlich auch, wenn keine eigentliche „Lösung“ vorliegt.

²⁾ Ich kann mir nicht versagen, wenigstens anmerkungsweise auf einen ähnlichen Fall hinzuweisen, der durch FECHNER berühmt geworden ist. (Vergl. ZIEHEN, l. c. S. 85). Die Astronomen hatten die Sterne nach ihrer geschätzten Helligkeit (der Lichtempfindung, die sie im Auge hervorrufen) in Klassen eingeteilt: 1, 2, 3 etc. Als man dann die Helligkeit objektiv feststellen lernte (photochemisch), fand sich, dass die Helligkeiten in der Tat in geometrischer Progression stiegen (nicht in arithmetischer, wie die subjektiv ermittelten).

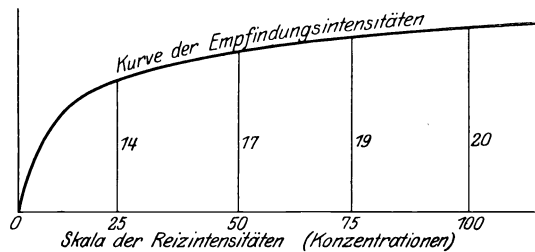


Fig. 1.

Ob das WEBER'sche Gesetz genau gilt, oder nur sehr annäherungsweise, hat für uns hier gar keine Bedeutung.

Es sind das lauter selbstverständliche Dinge, auf die ich aber selbst erst aufmerksam wurde, als ich die Stellung des Bastardmerkmals zwischen den Merkmalen der Eltern etwas genauer zu bestimmen versuchte.

Zum erstenmal war das der Fall, als ich im Sommer 1901 zum Zwecke derartiger Bestimmungen an meinen *Petunia*-Bastarden¹⁾ einen genau gearbeiteten, mit einer Skala versehenen Hohlkeil aus Glasplatten²⁾ mit einer rotviolettten Farbstofflösung gefüllt hatte, die auf weissem Grund in der Dicke, die der Keil an seinem breiten Ende besass, etwa so intensiv gefärbt erschien, wie die Blumenkrone der *Petunia violacea*: Von der Mitte des Keiles bis zum dicken Ende nahm die Intensität der Färbung nur mehr wenig zu, obschon die Dicke der Schicht aufs doppelte stieg. Diese Erscheinung tritt aber auch ganz deutlich hervor, wenn man eine Reihe von Gefässen mit gleichem Volumina Wasser in gleich dicken Schichten vorrichtet und eine Farbstofflösung zusetzt, und zwar in jedes folgende Gefäss dieselbe Zahl Tropfen mehr (in Gefäss I 1 n Tropfen, in Gefäss II 2 n Tropfen, in Gefäss III 3 n Tropfen u. s. f.). Nur ist hier infolge der sprungweisen Konzentrationssteigerung die Intensitätssteigerung auffälliger als beim Keil.

Die Unterschiedsschwelle soll für weisses Licht $\frac{1}{200}$ und weniger betragen. Ich fand es zuweilen schon unmöglich, zwei relativ helle Lösungen sicher zu unterscheiden, von denen die eine nur 90 pCt. der Farbstoffmenge der andern besass. Diese Differenz von 10 pCt., die an einem Ende der Reihe nichts ausmacht, ist am andern (z. B. 0 bis 10 pCt.) natürlich ausserordentlich auffällig.

Die Mangelhaftigkeit einer blossen Schätzung der Konzentrationsdifferenzen nach der Intensität der Färbung zeigt sich schlagend, wenn man unbeeinflusste Personen Farbstofflösungen von bestimmten, ihnen unbekanntem Konzentrationen vergleichen lässt. Fast stets wird zu hoch geschätzt; mir sind $\frac{1}{10}$ Lösungen für „ungefähr halb so stark“ bestimmt worden.

Das eben Ausgeführte zeigt, dass man aus der Intensität nicht ohne weiteres auf die Konzentration schliessen darf. Es bleibt also nur übrig, die Konzentration, wo immer möglich, genau festzustellen. Leider sind

¹⁾ Vergl. dazu: Diese Berichte, Bd. XIX, Generalvers.-Heft, S. 90 (1901), G. A. 8, 282.

²⁾ Der Keil wurde nach meinen Angaben für das botanische Institut der Universität Tübingen vom Universitätsmechanikus, Herrn ALBRECHT, angefertigt. Es ist mir eine willkommene Gelegenheit, dafür dem Direktor dieses Institutes, Herrn Prof. Dr. VÖCHTING, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen zu können. — Die ursprünglich beabsichtigte Verwendung im Freien war dadurch leider behindert, dass der Keil immer etwas leckte. Auch wäre eine sprungweise Änderung in der Dicke der Farbstoffschicht, etwa in 10 Stufen, bequemer gewesen, als die kontinuierliche Zunahme der Dicke.

solche Bestimmungen oft sehr schwer, ja zuweilen zur Zeit wohl unmöglich. Im Folgenden sollen einige derartige Versuche beschrieben werden. Sie werden unter anderm, als Bestätigung des Ausgeführten, zeigen, dass in Fällen, wo man das Merkmal A eines Merkmalspaares dominieren liess, in Wahrheit Mittelstellung vorliegt oder eher das Merkmal a dominiert.

III.

A.

Am einfachsten ist die Bestimmung der Stellung eines Bastardmerkmals zwischen den elterlichen Merkmalen aus der Konzentration natürlich dann, wenn es sich um einen Farbstoff handelt, der leicht und unverändert den Organen, die untersucht werden sollen, entzogen werden kann. Das gilt z. B. für das Carotin und den Chlorophyllfarbstoff mit seinen Begleitern. — Sehr wichtig, und doch weniger oft realisiert als man vermuten könnte, ist, dass die zu vergleichenden Lösungen wenigstens sehr annähernd die gleiche Nuance besitzen.

I. *Argemone mexicana* + *Argemone ochroleuca*¹⁾.

Der Bastard zwischen diesen beiden gewöhnlich als Varietäten einer Art aufgefassten Sippen wurde wiederholt und auf beide Weisen dargestellt; er gelang stets ganz leicht, war aber immer vollkommen unfruchtbar. In dem Zuschnitt und der Färbung der Blätter steht er der *A. ochroleuca* näher, ebenso in der Länge des Griffels; die Blumenblätter sind in der Form und, dem Augenscheine nach, auch in der Farbe intermediär; *A. mexicana* hat gelbe, *A. ochroleuca* blassgelbliche, der Bastard stark gelbliche oder hellgelbe Blumenblätter. Der Farbstoff ist an Chromatophoren gebunden.

Zur kolorimetrischen Bestimmung der Farbstoffmenge in den Blumenblättern der beiden Stammsippen und des Bastardes wurden sowohl gleiche Gewichtsteile Blumenblätter, als auch gleiche Zahlen gleichgrosser Scheiben verwendet, die durch Ausstanzen mit dem Korkbohrer (Weite 17,5 mm) aus der vorderen Hälfte der Blumenblätter hergestellt worden waren. Sie wurden mit gleichen, genügend grossen Volumina Alkohol extrahiert. Dadurch, dass die Blumenblätter, resp. Scheiben verschiedenen Blüten derselben Pflanze und verschiedener Pflanzen entnommen wurden, liessen sich

¹⁾ Die Argemonen wurden nach PRAIN's Monographie („An Account of the genus *Argemone*, Journ. of Botany, 1895, S. 129 u. f.) revidiert. Meine *A. ochroleuca* stimmt der Beschreibung nach gut mit *A. mexicana* β . *ochroleuca* Lindl.; die von PRAIN zitierte Abbildung im Bot. Reg. 1344 stellt aber eine Pflanze dar, die in mehreren Punkten, vor allem durch die Form und die dunklere Farbe der Blütenblätter, erheblich abweicht. Hier, wie bei der Verwandtschaft des *Hyoscyamus niger*, zeigt sich ein Mangel an detaillierten systematischen Arbeiten.

die individuellen Schwankungen ausgleichen¹⁾. Beide Methoden gaben nicht wesentlich verschiedene Resultate.

Zum Vergleichen der Lösungen wurden einstweilen, statt aller komplizierteren Apparate, zwei 10 cm hohe, parallelepipedische Glasgefässe von quadratischem Querschnitt (20 mm Kantenlänge) benützt, die mit verdunkelten Seitenwänden senkrecht aneinander gehalten und von unten durch einen schräg gestellten, weissen Karton beleuchtet wurden.

War von den beiden zu vergleichenden Lösungen *A* und *B* die eine viel stärker als die andere, so wurde sie zunächst mit einer bestimmten Menge Alkohol verdünnt. Das eine Gefäss I erhielt nun eine Schicht der einen Lösung *A*, deren Dicke, *a* mm, gemessen wurde; dann wurde in das andere Gefäss II soviel von der anderen Lösung *B* gegossen, dass die beiden Flüssigkeitsschichten (im durchfallenden Licht) gleich gefärbt erschienen, und die Dicke der Schicht im Gefäss II, *b* mm, gemessen. Aus diesen Zahlen *a* und *b* wurde die Konzentrationsdifferenz, natürlich unter Berücksichtigung allenfälliger vorhergehender Verdünnung der Lösungen, berechnet.

Der Vergleich konnte in kurzer Zeit mit der Lösung *B* oftmals wiederholt werden, so dass Mittelwerte gewonnen werden konnten; zur Kontrolle liess sich die Schicht der Lösung *A* im Gefäss I ändern, so dass eine neue Reihe von Werten für die Lösung *B* sich bestimmen liess etc.

Die Dicke der Vergleichsschicht und die Konzentration der Lösung wurden so gewählt, dass ziemlich schwache Intensitäten verglichen werden mussten, und die zu messenden Dicken nicht zu gering ausfielen²⁾.

Es stellten sich so für unsere Objekte z. B. folgende Verhältnisse heraus:

- 1. *A. mexicana*: *A. ochroleuca* = 10,7 : 1,0
- 2. *A. mexicana*: Bastard = 4,4 : 1,0
- 3. Bastard: *A. ochroleuca* = 2,3 : 1,0

Zur Probe lässt sich aus Verhältnis 2 und 3 das Verhältnis 1 berechnen; wir finden:

$$A. mexicana: A. ochroleuca = 10,1 : 1,0$$

statt 10,7 : 1,0, wie wir direkt bestimmten.

Gibt man der Lösung der *A. mexicana* die Stärke 100, so hat demnach die Lösung der *A. ochroleuca* die Stärke 9 und die des Bastards die Stärke 23.

0%	9%	23%	100%
.....			
<i>A. ochrol.</i>	Bastard	<i>A. mexic.</i>	

¹⁾ Auf meine Versuche, die Grösse der individuellen Differenzen zu bestimmen, gehe ich hier nicht ein.

²⁾ Diese Methode hat auch den Vorzug, dass sie Selbsttäuschungen besonders erschwert. Wenn man von oben in die Gefässe sieht und gleichzeitig einfüllt, so ist es ganz unmöglich, die Dicke der entstehenden Flüssigkeitsschicht zu beurteilen.

Geben wir aber der Lösung der *A. mexicana* die Stärke 100 und setzen die der *A. ochroleuca* gleich 0, wie wir müssen, wenn wir die Stärke, mit der sich die Anlage der *A. mexicana* im Bastard entfaltet, direkt angeben wollen, so erhalten wir für den Bastard die Zahl 15.

0% <i>mex.</i>	15% <i>mex.</i>	25% <i>mex.</i>	50% <i>mex.</i>	75% <i>mex.</i>	100% <i>mex.</i>	
.....						
<i>A. ochrol.</i>	Bastard				<i>A. mexic.</i>	

Man sieht also, dass der Bastard der einen Elternsippe, und zwar der *A. ochroleuca* mit ihren *blasseren* Blüten, viel näher steht, als der anderen; bei der oben angenommenen Abgrenzung dominiert in diesem Merkmal *A. ochroleuca*.

II. Ähnliche Bestimmungen habe ich für die Bastarde der buntblättrigen „*aurea*“-Sippen der *Mirabilis Jalapa* mit den gewöhnlichen, grünblättrigen Sippen durchgeführt¹⁾; sie ergaben ein Überwiegen der letzteren.

0%	29%	89%	100%
.....			
<i>M. J. aurea</i>			Bastarde <i>M. J. typ.</i>

Die Entfaltungsstärke berechnet sich zu 84:

0% <i>typ.</i>	25% <i>typ.</i>	50% <i>typ.</i>	75% <i>typ.</i>	84% <i>typ.</i>	100% <i>typ.</i>
.....					
<i>M. J. aurea</i>				Bastarde <i>M. J. typ.</i>	

Nach unserer Abgrenzung dominiert das Merkmal der typischen Sippen.

Auch hier sind die gegebenen Zahlen Mittelwerte, durch Verwendung je einer Scheibe (von 17,5 mm Durchmesser) aus der vorderen Hälfte der Blätter verschiedener Individuen gewonnen. Es ist durchaus nötig, vergleichbare Blätter zu verwenden, da die Hochblätter weniger Chlorophyll enthalten und diese Differenz bei den typischen Sippen ausgesprochener ist, als bei den an und für sich chlorophyllärmeren *aurea*-Sippen. (Für die Kelche ist das Verhältnis *typica* : *aurea* = 100 : 70, statt 100 : 29, wie bei den Laubblättern.)

III. Wieder andere Versuche lehrten, dass die Kelche und Brakteen von *Hyoscyamus (niger) pallidus* nicht weniger Chlorophyll enthalten, als jene des *H. (niger) annuus*; das dunklere Grün bei dieser letzteren Sippe kommt durch einen schwachen Anthocyangehalt der Parenchymzellen (nicht der Epidermis) zu stande; es ermöglicht, die *annuus*-Exemplare vor dem Aufgehen der ersten Blüte von den *pallidus*-Exemplaren zu unterscheiden.

¹⁾ Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen. Erste Mitteilung. Diese Berichte, Bd. XX, S. 598 und S. 602. 1902, G. A. 11, 318 und 322.

Auch die Blumenkronen des *H. pallidus* besitzen nicht merklich andere Mengen von Carotin und Chlorophyll, als jene des *H. annuus*; es besteht also keine Correlation zwischen dem Anthocyangehalt und dem Carotin- resp. Chlorophyllgehalt der Blumenkronen.

Bei meinen ersten Versuchen hatte ich Reagenscylinder von möglichst gleicher Weite, die durch Calibrieren mit Quecksilber ausgesucht worden waren, benutzt und die Lösung im einen soweit verdünnt, bis beide Lösungen im durchfallenden Licht gleich erschienen. Um in dieser Weise die Bestimmung oft zu wiederholen, muss wenigstens von der einen Lösung eine grössere Menge vorhanden sein. Deshalb schlug ich später den oben geschilderten Weg ein.

Natürlich lassen sich viel feinere Methoden benützen, so z. B. eines der beiden HOPPE - SEILER'schen Colorimeter, oder das Spektrophotometer. Denn dass sich die zwei Flüssigkeitsschichten nur auf 4 mm nähern liessen (2 mm betrug die Wanddicke der Gefässe), ist ein merklicher Übelstand. Einstweilen genügte mir die verwendete Methode vollkommen; zur Bestimmung der individuellen Variationen wird eine genauer arbeitende nötig sein. Sehr nützlich wäre hierzu auch eine stets herstellbare Kontrollflüssigkeit mit bestimmtem Farbstoffgehalt, wie man sie bei Haemoglobinbestimmungen verwendet.

B.

Schwieriger wird die Bestimmung, wenn der Farbstoff sich nicht unverändert extrahieren lässt, doch kann man auch hier zu bestimmten Resultaten gelangen, wie ein weiteres Beispiel zeigen mag.

IV. *Hyoscyamus niger annuus* + *H. niger pallidus*.

Der „*Hyoscyamus niger*“ des Tübinger botanischen Gartens und verschiedener anderer Gärten unterscheidet sich von dem mir aus der Gegend von Tübingen (und Halle) bekannten, spontanen *H. niger* nicht nur durch seine Einjährigkeit, sondern auch durch seine viel stärker violett geäderten Blumenkronen. Ich nenne ihn einstweilen *H. annuus*¹⁾; zu ihm gehört nach der Abbildung (Taf. 2, Bd. II der Mutationstheorie) auch der *H. niger* DE VRIES'.

¹⁾ *Hyoscyamus niger* β . *annuus* Sims, Bot. Mag. Tab. 2394? Ich kenne noch eine zweite, ebenfalls einjährige Sippe mit stark geäderten Blumenkronen; möglich, dass SIMS diese abbilden wollte. Der *H. agrestis* Kit. ist ebenfalls einjährig, besitzt aber nach den besseren Autoren, z. B. WALLROTH, Blumenkronen, die eher weniger stark violett geädert sind, als jene des spontanen *H. niger*.

DE VRIES lässt *H. niger* über *H. pallidus* dominieren¹⁾. Ich habe nachgewiesen, dass der Bastard eine merklich heller geaderte Blumenkrone besitzt²⁾.

Bis jetzt habe ich drei Generationen in mehr als 6000 Individuen gezogen und finde die Verhältnisse komplizierter, als sie auf den ersten Blick zu sein schienen³⁾. Der Bastard tritt in der ersten und den folgenden Generationen in zwei normal spaltenden Formen auf, einer helleren mit weniger, und einer dunkleren mit mehr Anthocyan in der Blumenkrone. Auch die dunklere ist von dem *H. annuus* fast in jedem Exemplar leicht zu unterscheiden; die hellere natürlich immer. Dieser helleren entspricht der mir bekannte, spontane *H. niger* spont., was die Blütenfarbe anbetrifft; auf sie beziehen sich auch die nachstehenden Versuche.

Zerreibt man die gleiche Anzahl Blumenkronen des *H. annuus* und des Bastardes (getrennt) mit gleichen Volumina einer starken Rohruckerlösung (20 pCt.) sehr rasch in Reibschalen und filtriert geschwind durch Gaze, so erhält man zwei Lösungen, von denen die eine, die aus den Blumenkronen des Bastardes, entschieden heller ist, aber in der Nuance um soviel abweicht, dass ein genauere Vergleich unmöglich ist. Nimmt man zu demselben Quantum Zuckerlösung weniger Blumenkronen von *H. annuus* als vom Bastard, so wird die Intensität ähnlicher, die Nuance aber bleibt zu verschieden. Zerreibt man aber die **halbe** Zahl der *annuus*-Kronen zusammen mit der halben Zahl von *pallidus*-Kronen, so gelingt es oft (nicht immer — die Gründe hierfür wurden nicht untersucht), eine Lösung herzustellen, die in der Nuance genau mit der Lösung aus der **ganzen** Zahl der Bastard-Kronen übereinstimmt. Der Intensität nach ist sie aber meist noch etwas zu dunkel und muss noch etwas verdünnt werden, so dass sich der Anthocyangehalt der Blumenkronen des Bastardes auf etwa 45 pCt. der bei *H. annuus* vorhandenen Menge stellt. Der Bastard besitzt also Mittelstellung, oder es dominiert, wenn man überhaupt von dominieren sprechen will, der anthocyanfreie *H. pallidus*.

Durch die Verwendung der Blumenkronen verschiedener Stöcke lässt sich ein wenigstens teilweiser Ausgleich der individuellen Variationen erreichen; zu viel Blumenkronen können nicht verwendet werden, da sonst

¹⁾ DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 87, 1900; Mutationstheorie, IV. Lief., S. 142, 162, 1902. DE VRIES gibt am letzteren Ort die Möglichkeit einer „globalen“ Trennung des Bastardes von *H. annuus* zu.

²⁾ Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen etc. Diese Berichte, Bd. XIX, Generalvers.-Heft, S. 80 (1901), G. A. 8, 273.

KOELREUTER's Versuch (Dritte Fortsetzung, S. 124, 1766), den ich auf eine vielleicht missverständene Angabe FOCKE's hierher gezogen hatte, wurde am Ende doch mit Sippen des echten *H. albus* ausgeführt.

³⁾ Ich werde erst noch eine Generation oder zwei ziehen, ehe ich die Ergebnisse vollständig veröffentlichen werde.

das Zerreiben zu lange dauert. — Offenbar enthalten die Blumenkronen aller Sippen, auch die des *H. pallidus*, in relativ gleichen Mengen einen Stoff, der das Anthocyan rasch zerstört, sobald er mit ihm zusammenkommt.

C.

In manchen Fällen ist auch diese Methode nicht anwendbar, und dann bleibt nur noch übrig, die Intensität der Färbung bei Elternsippen und Bastarden mit Hilfe einer möglichst ähnlichen Farbstofflösung zu bestimmen, entweder so, dass man mit gleich dicken Schichten von Lösungen von verschiedener, bekannter Konzentration vergleicht, oder so, dass man mit verschieden dicken Schichten einer Lösung von gleichbleibender Konzentration vergleicht. Ich habe nach einigen Versuchen der zweiten Methode den Vorzug gegeben; aber auch sie leidet an verschiedenen Mängeln, von denen der grösste darin besteht, dass, wieder wegen des WEBERschen Gesetzes, die Intensitätsdifferenz weit hinter der Konzentrationsdifferenz zurückbleibt, und zwar bei den stärkeren Konzentrationen mehr als bei den schwächeren. Auch für sie sei ein Beispiel angeführt.

V. *Melandrium album* + *M. rubrum*.

DE VRIES lässt *M. rubrum* dominieren¹⁾, gibt aber zu, dass „die Bastarde etwas heller zu sein scheinen als *M. rubrum*“²⁾, wie ich gefunden hatte³⁾. BATESON und MISS SAUNDERS⁴⁾ beobachteten eine volle Übergangsreihe vom Rot des *M. rubrum* bis zum blassesten Rosa. Das fand ich nur bei wildwachsenden Bastarden, wo eine Rückkreuzung nicht ausgeschlossen war; bei den selbst hergestellten Bastarden waren die dunkelsten Blüten noch merklich heller als die hellsten des *M. rubrum*. Die Färbung nahm stets, oft sehr auffallend, vom Rande des Blumenblattes gegen den Nagel hin ab; die Unterseite war immer besonders hell.

Zum Vergleiche wurde in eines der schon beschriebenen, parallelepipedischen Glasgefässe von einer schwachen Lösung von Fuchsin mit etwas Methylenblau so viel eingefüllt, dass die Flüssigkeitsschicht in ihrer Intensität der dicht daneben liegenden Blumenblattplatte entsprach. Entweder wurde Rand und Nagelende der Platte getrennt bestimmt und die Mitte genommen, oder es wurde die Mitte der Platte verglichen. Die Intensität des von unten einfallenden Lichtes durfte während der Versuchsreihe nicht merklich schwanken; als Lichtquelle diente wieder ein schräg gegen das

¹⁾ DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 86, 1900.

²⁾ DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. II, S. 153, 1902.

³⁾ Über Levkojenbastarde. Botan. Centralbl., Bd. 84, S. 111, 1900, G. A. 4, 39.

⁴⁾ BATESON and SAUNDERS, Report to the Evolut. Committee of the Royal Society. Rep. I, p. 15, 1902.

Fenster geneigter, weisser Karton, auf den auch das Blumenblatt gelegt wurde. Das Verhältnis der gemessenen Dicken der Lösungsschichten gab direkt das Verhältnis der Färbungsintensität der verglichenen Blumenblätter an. Jede Bestimmung wurde drei- bis zehnmal wiederholt, die in der folgenden Tabelle gegebenen Zahlen sind also Mittelwerte.

Dicke der äquivalenten Farbstofflösungsschicht in Millimetern.

Nummer der Pflanze	<i>M. rubrum</i> ¹⁾			<i>M. album + rubrum</i>					
	Nummer der Blüte			Nummer der Blüte					
	1	2	3	1	2	3	4	5	Mittel
I . . .	21,8	24,7	21,5	14,5	10,5	8,4	7,8	5	9
II . . .	—	—	—	8,5	7	—	—	—	8
III . . .	—	—	—	14	12	9	—	—	12
	Mittel: 23 (100 pCt.)			Mittel: 11 (48 pCt.)					

Die Zahlen schwanken sehr stark; es sind offenbar verschiedene Faktoren, die das bedingen: individuelle Verschiedenheiten der ganzen Stöcke und solche der Blüten, Altersunterschiede der Blüten, ausserdem wohl auch äussere Einflüsse.

Soviel geht aus diesen Zahlen aber jedenfalls hervor, dass von einem Dominieren des Rot nicht die Rede sein kann, dass vielmehr Mittelstellung und Neigung des Weiss zum Überwiegen vorliegt.

Der Zweck der vorliegenden Mitteilung war ein doppelter:

I. Es sollte ein Vorschlag zu einer Verständigung über die Abgrenzung des Dominierens eines Merkmales im Bastard, gegenüber seiner intermediären Ausbildung im Bastard, gemacht werden. Der Natur der Sache nach kann die Grenze nur eine künstliche sein. Bei einer Ausbildung des Merkmales A zu 100—75 pCt. soll A, bei einer zu 25—0 pCt. soll A dominieren, bei 75—25 pCt. A soll die Ausbildung intermediär sein.

II. Es sollte gezeigt werden, dass speziell bei den Farbenmerkmalen eine Schätzung der Stellung des Bastardes zwischen den Stammeltern zu Irrtümern geführt hat und führen musste, weil man das Mangeln eines Parallelgehens der Intensitätssteigerung mit der Konzentrationssteigerung einer Farbstofflösung übersehen hatte. Weil das WEBER'sche Gesetz auch für die Gesichtsempfindungen gilt, entsprechen schon geringe Abweichungen in der Intensität der Färbung des Bastardes von dem stärker (oder allein) gefärbten Elter starken Konzentrationsänderungen und damit starken Änderungen in der Entfaltungstärke des Merkmales; umgekehrt sind

¹⁾ Leider hatte ich nur ein einziges Exemplar von Tübingen nach Leipzig mit genommen; es war kein irgendwie ausgelesenes ♂.

starke Abweichungen in der Intensität der Färbung des Bastardes von dem schwächer (oder nicht) gefärbten Elter (in der Richtung auf das stärker gefärbte zu) mit geringen Konzentrationsänderungen und damit mit geringen Änderungen in der Entfaltungstärke des Merkmales verbunden.

So wurde für zwei Bastarde (*Melandrium album* + *rubrum* und *Hyoscyamus (niger) annuus* + *pallidus*) gezeigt, dass sie in gewissen Merkmalen eine annähernd intermediäre Stellung zwischen den Elternsippem einnehmen, und dass nicht, wie behauptet wurde, das Merkmal des einen Elters „ganz oder fast unverändert auf den Bastard übergeht“.

An Stelle der Schätzung des Bastardmerkmals sollte, wo immer möglich, die Messung treten.

Ein totales Dominieren eines Merkmales, seine „volle Ausbildung“, ist zum mindesten seltener, als man angenommen hat.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

13. Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 21, H. 3, S. 195—201. 1903.

(Eingegangen am 23. März 1903.)

Die folgenden Beobachtungen sind eine Ergänzung zu meiner Mitteilung „Über die dominierenden Merkmale der Bastarde“ im Februarheft dieser Berichte. Sie mussten wegbleiben, um die Mitteilung nicht zu umfangreich zu machen, und sind inzwischen im wesentlichen unverändert geblieben. Einige Bemerkungen, welche die seitdem erschienene zweite Lieferung des II. Bandes der Mutationstheorie und die vorläufige Mitteilung DE VRIES' „Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze“¹⁾ nötig machten, folgen als besondere Mitteilung in diesem Heft; sie sollen zeigen, weshalb ich die Begriffe Merkmalspaare und Anlagenpaare durchgängig beibehalten habe und keinen Unterschied zwischen „unisexueller“ und „bisexueller Kreuzung“ machen konnte.

I. Zur Kenntnis der dominierenden Merkmale.

Wenn es auch keinem Zweifel unterliegen kann, dass nach dem in meiner letzten Mitteilung Ausgeführten bei erneuter Prüfung eine Menge Fälle, wo jetzt ein Merkmal als dominierend betrachtet wird, ausgeschieden werden müssen, auch bei weiterer Fassung des Begriffes Dominieren, so bleiben doch noch genug Fälle übrig, bei denen ein wirkliches Dominieren stattfindet.

Ein hübsches Beispiel absoluter Dominanz des einen Merkmales über das andere hat mich der Bastard zwischen dem streng einjährigen *Hyoscyamus (niger) annuus*²⁾ des Tübinger botanischen Gartens und dem ebenso streng zweijährigen *H. niger (spontaneus)*³⁾ aus Tübingens Umgegend kennen gelehrt: Das Merkmal Zweijährigkeit dominiert vollkommen. [RIMPAU³⁾ fand umgekehrt den Bastard zwischen der

¹⁾ Diese Berichte, Bd. XXI, S. 45 u. f.

²⁾ Vergl. dazu einstweilen diese Berichte, Bd. XXI, S. 143, Anm., G. A. 12, 338.

³⁾ W. RIMPAU, Das Aufschiessen der Runkelrüben. Landwirtsch. Jahrb., Bd. IX, S. 199.

einjährigen *Beta patula* und der überwiegend zweijährigen *B. vulgaris* einjährig.]

Ganz (oder nahezu ganz) dominierte auch die Zweihäusigkeit über die Einhäusigkeit bei dem Bastard *Bryonia alba* + *dioica*, hergestellt 1900 durch die Bestäubung sorgfältig geschützter Blüten der *Bryonia alba* mit dem Pollen eines ♂ Individuums der *Bryonia dioica*. Bis auf ein fragliches Exemplar waren alle Pflanzen rein ♀ oder rein ♂. Leider waren die Knollen nach dem Transport aus Tübingen hier alle so dicht aufeinander gepflanzt worden, dass das Geschlecht der einzelnen nur mühsam festgestellt werden konnte, durch wiederholtes Markieren der einzelnen Zweige mit verschiedenfarbiger Wolle für die verschiedenen Geschlechter. Es ist deshalb möglich, dass die eine Ausnahme (ein wiederholt als ♂ markierter Zweig an einer sonst ♀ Pflanze) durch ein Versehen bedingt ist. Aber wenn das auch nicht der Fall ist, so liegt nicht die Monoecie der *Bryonia alba*, sondern ein Fall von Mosaikbildung vor. Bei *Bryonia alba* sind die Schösslinge zweigeschlechtig: zuerst treten ♂, und erst später ♀ Blütenstände auf¹⁾, hier war der ganze Schoss ♂.

Leider sind wenig Chancen vorhanden, auch die Gültigkeit der Spaltungsregel zu prüfen: die ♀ Exemplare des Bastardes trugen massenhaft kleine, rote Beeren, die aber völlig taub waren. Die Rückbastardierung mit den Stammeltern soll erst noch versucht werden.

Unser Bastard ist, worauf schon hier nebenbei hingewiesen sein mag, auch von grossem Interesse für die Lehre von der Sexualität, und zwar in doppelter Hinsicht. Er zeigt einmal, dass das Geschlecht der Pflanze nicht „progam“, d. h. schon vor der Befruchtung, in den Eizellen unveränderlich festgelegt sein muss²⁾. Sonst hätten alle Individuen des Bastardes einhäusig sein müssen, und der Pollen der *Bryonia dioica* wäre wirkungslos geblieben. Er lehrt aber auch, dass die Keimzellen der zweihäusigen Pflanzen nicht alle dieselbe Anlage für ein Geschlecht enthalten, weder die für das gleiche (die Eizellen für ♀, die Pollenkörner für ♂), noch die für das conträre (die Eizellen für ♂, die Pollenkörner für ♀)³⁾, sondern dass ein Teil (sowohl der ♀ als) der ♂ Keimzellen die Anlage für ♀, ein Teil die für ♂ enthält. Sonst hätten die Bastarde entweder alle ♂ oder alle ♀ werden müssen, während in der Tat die Abänderung des einhäusigen Charakters der *Bryonia alba* sowohl in der einen, als in der andern Richtung erfolgte. Die Versuche werden natürlich fortgesetzt.

¹⁾ Vergl. z. B. HILDEBRANDT, Über einige Fälle von Abweichungen in der Ausbildung der Geschlechter der Pflanzen. Botan. Zeitg. 1893, I. Abt., S. 30.

²⁾ Das schliesst nicht aus, dass es progam festgelegt sein kann (*Dinophilus apatris*); das ist dann aber ein abgeleitetes Verhalten.

³⁾ Beides ist bekanntlich mehrfach behauptet worden.

Es ist wiederholt betont worden, dass das Dominieren der Merkmale für die Rassenbastarde¹⁾ charakteristisch sei, wie es die intermediäre Ausbildung für die Artbastarde sei. Ausnahmen, in dem Sinne, dass Rassenbastarde intermediäre Merkmale zeigen, sind aber in grosser Zahl bekannt; die erste fand MENDEL²⁾ selbst für die Blütezeit seiner Erbsenbastarde. Eine ganze Gruppe von Ausnahmefällen lieferten mir meine *Radieschen*-Bastarde. Zwischen drei Sippen, die auf ihre Konstanz geprüft und, mit wenigen Ausnahmen, auch konstant gefunden worden waren, wurden mit allen Kautelen Bastarde hergestellt, die in drei der bis jetzt untersuchten Merkmalkategorien, in zwei der Farbe (Zellsaft „dunkelblutrot“ und „weiss“, Membranen der Rinde „gelb“ und „farblos“) und in einer der Form der Knolle („rund“ und „zapfenförmig“) intermediär waren, aber ausserordentlich stark, vom einen Extrem bis zum andern, hin und her schwankten.

Auch mit ganz ausgesprochener Ungleichheit in der ersten Generation, aber in zwei gut abgegrenzten Typen, trat die Farbe der Blumenkrone bei dem Bastard zwischen den beiden „guten“ Arten *Phyteuma Halleri* und *Ph. spicatum* auf³⁾. Als Mutterpflanze wurde ein auf der Alpenanlage des Tübinger botanischen Gartens kultiviertes, ganz typisches Exemplar des *Phyteuma Halleri* mit dunkelvioletter Blumenkrone verwendet, das leider in dem dem Versuche folgenden Winter zu Grunde ging. Die Blüten einer mit Gaze geschützten Inflorescenz wurden nach und nach sorgfältig kastriert und mit dem Pollen wild gewachsener Exemplare des *Phyteuma spicatum* mit weisser Blumenkrone⁴⁾ bestäubt. (Das *Phyteuma nigrum* fehlt in der näheren Umgebung Tübingens ganz.) Die Fruchtknoten setzten alle gut an; von den Bastarden haben aber erst 9 geblüht, und zwar 5 hellblau, mit einem Stich ins Violette, und 4 violett, ähnlich wie *Phyteuma Halleri*, aber heller (die Intensität wurde noch nicht näher bestimmt). Dass diese vier Exemplare wirkliche Bastarde waren und kein *Phyteuma Halleri*, bewies — abgesehen von der merklich helleren Färbung der Blumenkrone — die intermediäre Blattzählung. — Durch den Chlorophyllgehalt der Blumenkronzipfel wurde die Nuance der eigentlich hellblauen Blüten ins Graublau gezogen. Unter den 4 dunkelblau blühenden Exemplaren war eins wieder merklich heller

1) Das Wort „Rasse“ ist hier in dem populären Sinn, als gleichbedeutend mit „Kultursippe“, verwandt.

2) G. MENDEL, Versuche über Pflanzenhybriden, S. 22 der Ausgabe von TSCHERMAK.

3) Ein Bastard derselben Abstammung ist schon wildwachsend gefunden worden: *Phyteuma Hegetschweileri* Brügger, Naturf. Gesellsch. Graubündtens, Jahrg. XXIII bis XXIV, S. 104. — J. MURR, Österreichische Botan. Zeitung 1888, S. 206, 1889, S. 47.

4) Sowohl bei *Phyteuma Halleri* als bei *Phyteuma spicatum* führen die Zipfel der Blumenkrone Chlorophyll, was bei der erstgenannten Art durch den violetten Zellsaft verdeckt wird, bei der zweiten dagegen sehr auffällig ist.

als die andern, stand aber doch diesen noch viel näher als den 5 hellblau blühenden¹⁾).

Der Satz, dass das Merkmal „Farblosigkeit“, der Pigmentmangel, gegenüber der „Farbigkeit“ recessiv sei, kann auch nicht mehr als Gesetz aufrecht erhalten werden. BATESON²⁾ sah bei seinen Hühnerbastarden das Weiss des „Dorking“ über das Braun des „Indian Game“ dominieren. Meine zahlreichen, stets sterilen Bastarde zwischen dem gelbblühenden *Polemonium flavum* und der weissblühenden Sippe des *Polemonium coeruleum*³⁾ blühten alle fast rein weiss; nur im Schlunde der Blumenkrone war neben den violetten, auch bei dem zu den Versuchen verwendeten weissblühenden *Polemonium coeruleum* vorhandenen Adern etwas Gelb da. Die Aussenseite war zuweilen etwas violett angehaucht; das war aber auch die einzige Spur des erwarteten „Atavismus“. Die Bastarde des *Polemonium flavum* mit der blau blühenden Stammsippe des *Polemonium coeruleum* blühten alle blau, nach der Nuance und, so weit das ohne eingehende Untersuchung zu sagen war, auch nach der Intensität wie diese letztere; nur im Schlund wurden auch hier die violetten Adern von Gelb begleitet. Das Gelb wird durch die Anwesenheit gelber Chromatophoren bedingt, also gewiss durch ein Carotin.

II. Zur Kenntnis der Mosaikbildung bei den Bastarden.

Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass sich bei Bastarden die Merkmale der beiden Eltern derselben Kategorie nebeneinander, als Mosaik (nicht „gemischt“, sondern „gemengt“) zeigen können. Wir wissen darüber etwa Folgendes:

1. In den meisten Fällen ist das Mosaik nur eine gelegentliche, oft nur eine äusserst seltene Ausnahme⁴⁾. Mir ist nur ein Fall bekannt, in dem es häufig auftritt: die Endosperm-Bastarde zwischen weissem oder gelbem Mais und blauem Mais.

2. Die Mosaikbildung kann sowohl eintreten, wenn für gewöhnlich das Merkmal des einen Elters über das des andern Elters dominiert, als auch, wenn für gewöhnlich der Bastard ein intermediäres Merkmal entfaltet.

¹⁾ Der Pollen von *Phyteuma Halleri* ist violett, hauptsächlich infolge des anthocyanhaltigen Zellinhaltes, der von *Ph. spicatum* gelblich, infolge der auch bei *Ph. Halleri* vorhandenen (aber schwächeren?) Färbung der Exine, der des Bastardes intermediär und sehr schwankend; die dunkelsten Körner sind jedoch von den *Halleri*-Körnern noch sehr gut zu unterscheiden. Seitewegen wurde der Bastard gemacht.

²⁾ BATESON and SAUNDERS, I. Report to the Evolution Committee, p. 95 (1902).

³⁾ Hierher gehört offenbar der von W. O. FOCKE nach einem Exemplar kurz beschriebene Bastard zwischen *Polemonium flavum* und *P. coeruleum*. Vergl. Verh. des Naturf. Ver. Bremen, XII, 3 (1893).

⁴⁾ Wenn das eine Elter schon konstant „Mosaik“bildung zeigt, so ist das natürlich etwas anderes. Wegen *Mirabilis* vergleiche diese Berichte, Bd. XX, S. 594, G. A. 11, 313.

3. Bei der Mosaikbildung brauchen die Merkmale der Eltern nicht in voller, unveränderter Stärke aufzutreten, es kann dabei auch das eine Merkmal durch die Anlage des andern modifiziert, herabgesetzt sein, und zwar in ganz verschiedenem Grade. So können z. B. bei dem Endosperm-Bastard zwischen dem weissen und dem blauen Mais blaue Flecke von sehr verschiedener Intensität — vom dunkelsten Blau der Sippe *cyanea* bis zu ganz blassem Blau — auf einem Grund auftreten, der zwischen dem reinen Weiss der Sippe *alba* und deutlichstem Blau schwankt.

4. Die Flecken des Mosaiks sind entweder scharf gegeneinander abgegrenzt oder gehen ineinander über.

All' das legte mir die Annahme nahe, dass die Mosaikbildung von der gewöhnlichen Entfaltungsweise der Anlagen homodynamer und heterodynamer Merkmalspaare prinzipiell nicht verschieden sei und vor allem mit den Vorgängen bei der Keimzellbildung nichts zu tun habe¹⁾. Inzwischen haben BATESON und SAUNDERS²⁾ die Ansicht ausgesprochen, dass die Mosaikbildung auf dem Vorhandensein von „Inseln des recessiven Charakters“ in dem „gepaarten oder unaufgelösten Zustand“ beruhen könnte, in welchem der „Allelomorph“ (die Anlage für das eine Merkmal) von der „Zygote“ (dem Elter) in den „Gameten“ (dessen Keimzellen) übergegangen sei, und in welchem er in einem Zustande sei, in dem er von dem andern „Allelomorph“ (der Anlage für das andere Merkmal) in dem andern „Gameten“ nicht beeinflusst werden könne. Diese Hypothese, nach der also Anomalien bei der Keimzellbildung das Mosaik bedingen sollen, war durch die unter 3 und 4 mitgeteilten, schon längst veröffentlichten Tatsachen von vornherein widerlegt. Zum Überflus sei noch ein experimenteller Beweis ihrer Unrichtigkeit beigebracht.

Zu jenen Merkmalskategorien, bei denen das eine Merkmal am schärfsten über das andere dominieren kann, gehört die chemische Beschaffenheit der Kohlenhydrat-Reservestoffe im Endosperm bei *Zea Mays*: A, Stärke, bei deren Anwesenheit das trockene Korn glatt ist, dominiert so vollkommen über a, Dextrin und Zucker, bei deren Überwiegen das Korn beim Austrocknen runzelig wird, dass wenigstens mikrochemisch kein Unterschied der Bastard-Endosperme der I. Generation von den Endospermen des einen Elters nachweisbar ist³⁾. Ausnahmsweise tritt eine Mosaikbildung auf, indem einzelne

¹⁾ Vergl. z. B. diese Berichte, Bd. XIX, S. 79 (1901), G. A. 8, 272.

²⁾ BATESON and SAUNDERS, I. Report to the Evolution Committee, p. 156.

³⁾ Bastarde zwischen Maisrassen etc. Biblioth. Botan. Heft 53, an verschiedenen Stellen (1901), G. A. 7. — Es wäre sehr erwünscht, wenn ein Chemiker eine makrochemische vergleichende Analyse der Endosperme einer bestimmten Zuckermaisrasse, einer bestimmten Rasse des gewöhnlichen Maises und der Bastardendosperme vornehmen wollte. Es würden sich dabei vielleicht doch noch Differenzen feststellen lassen, die der mikrochemischen Untersuchung entgehen.

Körner zum Teil stärkehaltig, glatt, zum Teil dextrinhaltig, runzelig, sind. Die runzeligen Partien pflegen an Umfang hinter den glatten zurückzustehen; oft sind nur ganz kleine, keinen Quadratmillimeter grosse Flecken des Endosperms von Zuckermaischarakter. Solche Mosaikkörner können in der ersten oder in den gemischtfrüchtigen Kolben der folgenden Generation auftreten, stets aber nur in geringen Prozentzahlen. So waren bei 13 772 Körnern an den Kolben der I. Generation des Bastardes zwischen den Sippen *coeruleodulcis* und *vulgata* nur 12 Endosperme der II. Generation ausgesprochene Mosaikbildungen, d. h. 0,09 pCt.

Ich habe nun im verflossenen Jahr diese Körner ausgesät und die Pflanzen von anderen Maiskulturen getrennt aufgezogen. Das Ergebnis war wegen verschiedenem Missgeschick, hauptsächlich infolge des kalten Sommers, nicht ganz befriedigend. Immerhin habe ich von 10 Pflanzen wieder Kolben erhalten, die soweit reif geworden waren, dass die Beschaffenheit der Körner sicher festgestellt werden konnte. Alle trugen glatte und runzelige Körner, etwa im Zahlenverhältnis 3 : 1; kein einziges Korn war wieder eine Mosaikbildung.

Die drei schönsten Kolben wurden durchgezählt; das Resultat ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nummer der Pflanze	I		II		III		I—III	
Körner glatt . .	110		69		161		340	
runzelig.	25	19 pCt.	20	22 pCt.	52	24 pCt.	97	22 pCt.

Damit ist bewiesen, dass die Embryonen der Körner mit dem Mosaikendosperm ganz normale Bastard-Embryonen (A + a oder a + A) waren. Da nun, wie ich gezeigt habe, hinsichtlich der Anlagen zwischen dem Embryo und dem Endosperm vollkommene Parallelität besteht — die sich, wie neue, in der letzten Zeit gesammelte Tatsachen zeigen, sogar auf ganz individuelle Differenzen erstrecken kann —, so ist bewiesen, dass auch die Endosperme ganz normale Bastard-Endosperme (A + a oder a + A) waren. Das Experiment gibt also dasselbe Resultat, das die Prüfung des fertigen Zustandes (3. und 4. Satz) geliefert hatte. Die Keimzellen, aus denen sie hervorgegangen sind, müssen ganz normal veranlagt gewesen sein, und die Mosaikbildung muss also während der vegetativen Entwicklung, durch eine Änderung in der Dominanz, aus unbekanntem Ursachen, zu stande gekommen sein.

In der vorstehenden Mitteilung wird zunächst das Verhalten der Merkmale der Eltern während der vegetativen Entwicklung des Bastardes für eine Anzahl bemerkenswerter Fälle beschrieben.

1. Vollkommenes Dominieren des einen Merkmales über das andere: *Hyoscyamus (niger) annuus* + *niger (spontaneus)* (Zweijährigkeit > Einjährigkeit) und *Bryonia alba* + *dioica* (Zweihäusigkeit > Einhäusigkeit).

2. Intermediäre Stellung des Bastardmerkmals mit auffälligem Schwanken von Individuum zu Individuum: Radieschen-Bastarde, Form und Farbe der Knolle.

3. Auftreten des Bastardmerkmals in zwei scharf geschiedenen, aber intermediären Typen: *Phyteuma Halleri* + *spicatum*, Blütenfarbe.

4. Dominieren der „Pigmentlosigkeit“ über die „Pigmentation“: *Polemonium coeruleum* f. *typ.* und f. *album* + *flavum*, Blütenfarbe.

Wegen der Bedeutung des Bastardes *Bryonia alba* + *dioica* für die Lehre von der Sexualität sei auf den Text (S. 344) verwiesen.

Es wurde dann noch durch ein Experiment mit *Zea Mays vulgata* + *coeruleodulcis* gezeigt, dass die Mosaikbildung aus den Merkmalen der Eltern nicht auf Unregelmässigkeiten während der Keimzellbildung zurückzuführen ist, sondern auf solchen während der Entfaltung der Anlagen beruht, dass, wie aus dem Studium des fertigen Zustandes hervorgeht und schon früher betont wurde, die Mosaikbildung nur ein Spezialfall des gewöhnlichen Verhaltens ist.

Zum Schluss bemerke ich ausdrücklich, dass alle Versuche fortgesetzt werden.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

14. Die Merkmalspaare beim Studium der Bastarde.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 21, H. 3, S. 202—210. 1903.

(Eingegangen am 23. März 1903.)

I.

In der zweiten Lieferung des II. Bandes der Mutationstheorie¹⁾ und in zwei vorläufigen Mitteilungen, einer in diesen Berichten²⁾, einer in den Comptes rendus³⁾, hat DE VRIES eine Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze gegeben, die das „Spalten“ mancher Bastardmerkmale, das Konstantbleiben anderer in ebenso einfacher wie ingeniöser Weise zu erklären sucht.

Bekanntlich unterscheidet DE VRIES Mutationen, bei denen eine neue Anlage zur Summe der bereits vorhandenen hinzutritt, progressive Mutationen, und Mutationen, bei denen eine bereits vorhandene Anlage in einen andern Zustand übergeht, und zwar retrogressive Mutationen, wenn eine aktive Anlage latent wird, degressive, wenn eine latente Anlage aktiv wird. Bei der ersten Mutationsweise entstehen nach DE VRIES' Terminologie (Elementar-) Arten, bei der zweiten Varietäten.

DE VRIES findet nun:

1. dass die durch retrogressive und degressive Mutationen entstandenen Merkmale den Merkmalen der „Mendelkreuzungen“ entsprechen, d. h. bei der Keimzellbildung spalten, und zwar die durch retrogressive Mutationen entstandenen in typischer Weise, die durch degressive Mutationen entstandenen in „nicht typischer“ (d. h. der Nachweis ist mehr oder weniger erschwert).
2. dass die durch progressive Mutationen entstandenen Merkmale den konstanten, d. h. nicht spaltenden Bastardmerkmalen entsprechen.

Im ersten Falle bildet nach der Bastardbefruchtung die aktive Anlage der Sippe I mit der latenten der Sippe II ein Anlagenpaar, das bei der Keimzellbildung des Bastardes folglich auch wieder gespalten werden kann. Im zweiten Fall findet bei der Bastardbefruchtung die neue, von der Sippe I

¹⁾ H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. II, Lief. 2 (1903).

²⁾ Id. Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze. Diese Berichte, Bd. XXI, S. 45 u. f. (1903).

³⁾ Id. La loi de MENDEL et les caractères constants des hybrides. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, 2 Février 1903.

stammende Anlage keine korrespondierende Anlage von der Sippe II vor, sie bleibt also ungepaart, und es kann, da es gar kein Anlagenpaar gibt, bei der Keimzellbildung auch keines gespalten werden, es kann höchstens die eine Anlage „vegetativ geteilt“ werden. — Im ersten Fall bezeichnet DE VRIES die Bastardierung („Kreuzung“) als „bisexuell“, im zweiten als „unisexuell“¹⁾.

Anders, d. h. mit Zuhilfenahme der neuen Terminologie für die Ergebnisse der verschiedenen Mutationsweisen, formuliert DE VRIES²⁾ sein Resultat dahin: „Die MENDEL'schen Gesetze gelten für Varietätmerkmale, während Artmerkmale bei Kreuzungen konstante Bastardeigenschaften liefern“.

Mit diesem Satze könnte ich zufrieden sein, denn ich habe vor 2 $\frac{1}{2}$ Jahren, als DE VRIES erklärt hatte, seiner Meinung nach sei die Unterscheidung von Varietäten- und Artbastarden aufzugeben und durch das Prinzip der Kreuzung der Artmerkmale zu ersetzen, dies vorausgesagt: „die Aufdeckung der MENDEL'schen Regeln wird also kaum dazu beitragen, dass von jetzt ab Speciesbastarde und Rassenbastarde in einen Topf geworfen werden und man statt dessen nur von Mono-, Di- etc. Polyhybriden sprechen wird; sie wird im Gegenteil wohl der Anfang für eine schärfere Trennung der beiden sein“³⁾. Dabei hatte ich „Rasse“ im Sinne NÄGELI's gebraucht, sie entspricht dem, was DE VRIES nun Varietät nennt, während die Varietät NÄGELI's der Elementarart DE VRIES' entspricht. „Bei der Rassenbildung . . . werden also nicht wirklich neue Anlagen erzeugt, sondern bereits vorhandene in anderer Weise kombiniert, und bisher latent gebliebene wieder lebendig gemacht.“ „Bei der Varietätenbildung dagegen entstehen neue Anlagen“ etc.⁴⁾

Die Verwendung des Wortes Rasse bei NÄGELI für das, was DE VRIES nun Varietät nennt, entspricht mehr der richtigen, alten Bedeutung. DE VRIES selbst konnte sich dem nicht ganz entziehen; er hat im I. Band der Mutations-theorie das, was er Halbvarietäten und Mittelvarietäten hätte nennen müssen, Halbrassen und Mittelrassen genannt⁵⁾.

Ich bin aber bald, nachdem ich den oben zitierten Satz niedergeschrieben hatte, zur Überzeugung gelangt, dass auch die MENDEL'schen Regeln keine

1) MACFARLANE, von dem diese termini technici herkommen, hat sie in wesentlich anderem Sinne gebraucht. Seine „unisexual heredity“ kann bisexuell und unisexuell im Sinne DE VRIES' sein. Vgl. A Comparison of the Minute Structure of Plant Hybrids etc. Transact. of the Royal Society of Edinburgh, Vol. XXXVII P. I. S. 273 (1892).

2) H. DE VRIES, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XVIII, S. 84 (1900).

3) Über Levkojenbastarde. Botan. Centralbl., Bd. LXXXIV, S. 113 (1900), G. A. 4, 41.

4) C. v. NÄGELI, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 247 (1884). Es wird über kurz oder lang nötig sein, dass jemand eingehend die ausserordentlich engen Beziehungen zwischen den Ansichten DE VRIES' und NÄGELI's, den jener ganz bei Seite lässt, hervorhebt. Man vergleiche inzwischen die Bemerkungen von Graf SOLMS in einem Referat in der Botan. Ztg., Bd. 60, II. Abt. Nr. 1, Sp. 11, und mein Referat über den I. Bd. der Mutationstheorie DE VRIES' in derselben Nummer der Botan. Zeitung.

5) H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. I, S. 424 (1901).

scharfe Trennung von Rasse und Varietät, resp. Varietät und Elementarart, ermöglichen. Ich hatte nämlich beim Mais deutliche Beispiele dafür gefunden, dass Bastarde zwischen Sippen, die Varietätscharakter im Sinne DE VRIES' haben, also spalten sollen, nicht spalten, sondern eine konstante Nachkommenschaft geben. Es gehören hierher die Merkmalskategorien: Grösse der ganzen Pflanze und Grösse und Form der Körner¹⁾. Besonders instruktiv ist das Verhalten der ersten der genannten Kategorien, weil die einschlägigen Merkmale in anderen Verwandtschaftskreisen typisch spalten, z. B. bei den Erbsen, wie MENDEL fand, wie aus den Beobachtungen TSCHERMAK's hervorgeht, und ich aus eigenen Versuchen aus der zweiten Hälfte der neunziger Jahre weiss.

Hier bleibt nur die Annahme übrig, es handle sich beim Mais bei diesen Kategorien nicht wie sonst um retrogressiv oder degressiv entstandene Merkmale, „Varietätenmerkmale“, sondern um progressiv entstandene „Artenmerkmale“. Der einzige Grund dafür wäre aber der, dass die Merkmale sich nicht der a priori aufgestellten Regel fügen, nicht spalten wollen.

Umgekehrt tragen Merkmale, wie die Extrazehe oder der „pea“- und „rose“-Kamm gewisser Hühnerrassen, die BATESON untersucht hat²⁾, durchaus den Charakter von Merkmalen, die auf Anlagen beruhen, welche durch eine progressive Mutation entstanden sind, wie auch BATESON hervorhebt. Trotzdem spalten die Bastarde zwischen diesen Sippen mit gewöhnlichem Fuss und gewöhnlichem Kamm ganz normal.

Diese Merkmale, die man als durch progressive Mutationen entstanden auffassen muss, zu retrogressiv oder degressiv entstandenen zu machen, nur weil sie eben „spalten“, geht meines Erachtens ebensowenig an, wie die umgekehrte, oben besprochene Umwertung.

Wir müssen also sagen, dass schon jetzt Varietät-(Merkmal-)Bastarde, nach DE VRIES' Terminologie, bekannt sind, die konstante Bastardmerkmale (retrogressiver Herkunft) bilden, und Art-(Merkmal-)Bastarde, die spaltende Bastardmerkmale (progressiver Herkunft) besitzen. Die Möglichkeit wirklicher Ausnahmen hat DE VRIES übrigens zugegeben.

¹⁾ Über Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays* etc., diese Berichte, Bd. XIX, S. 212, G. A. 6, 56 und: Bastarde zwischen Maisrassen, Biblioth. Botan., Heft 53, S. 148 und an verschiedenen anderen Orten, G. A. 7, 250 u. a. O. Zu den relativ spärlichen Daten meiner Mais-Monographie ist in den letzten Jahren ein umfangreiches Material gekommen; ich werde die Messungen und Wägungen aber erst veröffentlichen, wenn ich noch eine Generation gezogen habe.

²⁾ BATESON and SAUNDERS, I. Report to the Evolution Committee of the Royal Society (1902).

Meine Bastarde zwischen *Campanula medium* f. *typica* und *C. medium* f. *calycanthema* bilden wahrscheinlich einen Parallelfall auf botanischem Gebiet, der durch die völlige Sterilität des Gynaeciums, die mit der Ausbildung der „Catacorolla“ verbunden ist, besonders kompliziert ist. Das Androeceum ist völlig intakt. Die Versuche werden fortgesetzt, ich komme auf sie über kurz oder lang zurück.

II.

Ob ein Merkmal des Bastardes spaltet oder in seiner Nachkommenschaft konstant bleibt, soll nach DE VRIES davon abhängen, ob bei der Bastardbefruchtung beide Eltern dieselbe Anlage, aber in verschiedenem Zustande der Aktivität, beigesteuert haben, oder ob nur ein Elter ein Anlage geliefert hat, das andere Elter keine korrespondierende.

Meiner Meinung nach findet für gewöhnlich weder bei den spaltenden Bastarden die Anlage aus der Keimzelle der Stammsippe in der antagonistischen Anlage aus der Keimzelle der retrogressiven Mutante sich selbst wieder, nur in inaktivem Zustand, noch findet bei den konstant bleibenden Bastarden die Anlage aus der Keimzelle der Mutante keine antagonistische Anlage aus der Keimzelle, der Stammsippe.

A.

Fassen wir zunächst den zweiten Punkt ins Auge, die unisexuelle Bastardierung.

Meiner Meinung nach kommt dieser letzte Fall, wenn überhaupt, nur selten vor, und es findet für gewöhnlich jede Anlage des einen Elters, auch die Anlagen der durch progressive Mutationen entstandenen Artmerkmale, eine antagonistische Anlage vom anderen Elter vor¹⁾.

Es ist eine Tatsache, die auch DE VRIES ausdrücklich hervorhebt, dass bei der „unisexuellen“ Bastardierung die Merkmale beim Bastard gewöhnlich intermediär, „auf die Hälfte reduziert“, sind. Wenn die Anlage für das durch progressive Mutation entstandene Artmerkmal wirklich im Bastard ungepaart bliebe, warum entfaltetete sie es nicht rein? Sie muss also etwas Antagonistisches, von der anderen, „phylogenetisch älteren“ Sippe Stammendes vorgefunden haben, was sich ihr gegenüber während der vegetativen Entwicklung des Bastardes geltend macht, und dieses Etwas ist die der neuen Anlage antagonistische, alte Anlage.

Nun könnte man ja annehmen, dass zur vollen Hervorbringung des Merkmales die vom einen Elter mit seiner Keimzelle beigesteuerte eine Anlage nicht genügte, sondern dass dazu die vom anderen Elter mit seiner Keimzelle abgegebene Anlage mitwirken müsse. Wir kennen aber genug Fälle, wo nach DE VRIES' Auffassung nur eine Anlage allein sich entfalten kann und doch so vollkommen ihr Merkmal ausbildet, dass der Bastard von jener Elternsippe, von der die Anlage stammt, nicht zu unterscheiden ist. Das gilt für alle jene Fälle, in denen man von einem vollständigen „Dominieren“ des einen Merkmales über das andere spricht. Dass hier die andere Anlage nicht ganz fehlen, sondern nur vollkommen inaktiv sein soll, kann

¹⁾ Wenn die korrespondierende Anlage wirklich fehlt, dann sind wohl immer die zwei Sippen so entfernt verwandt, dass sie gar nicht bastardiert werden können.

doch nichts ausmachen — wenn sie wirklich inaktiv ist, so muss das für die vegetative Entwicklung des Bastardes so gut sein, wie wenn sie fehlen würde.

Das Auftreten des Bastardmerkmals in reduzierter Form weist also auf das Vorhandensein einer antagonistischen Anlage auch bei Bastardierungen hin, bei denen das eine Elter durch progressive Mutation aus dem anderen Elter hervorgegangen ist. Diesem Argument schliesst sich ein zweites an, das schon hervorgehobene Vorkommen spaltender Merkmale dieser Entstehungsweise (S. 352): Kann man sich auf dem Boden DE VRIES'scher Anschauungen auch vielleicht vorstellen, dass Bastardmerkmale von Varietätcharakter, resp. die ihnen zu Grunde liegenden Anlagenpaare, nicht spalten, so ist doch umgekehrt das Spalten eines gar nicht vorhandenen Paares wohl unmöglich. Ein solcher Fall genügt vollständig, um die ganze Anschauung ins Wanken zu bringen.

Wir können also die unisexuelle Bastardierung mit ihren ungepaarten Anlagen und folglich auch die hübsche Erklärung, die sie für das Nichtspalten bietet, nicht annehmen und brauchen die Frage, wie sie mit den cytologischen Daten vereinigt werden könnte, nicht zu diskutieren.

Die Grunddifferenz zwischen DE VRIES' und meiner Anschauung dürfte darin liegen, wie wir uns das Zustandekommen einer neuen Anlage vorstellen. Ich kann mir die Zahl der Anlagen nicht so wachsend denken, wie der Betrag einer Kindersparkasse wächst, in die von Zeit zu Zeit ein Geldstück geworfen wird¹⁾: jede neue, schließlich als progressive Mutante zum Vorschein kommende Anlage entsteht meiner Meinung nach durch (teilweise) Umänderung einer schon vorhandenen Anlage. Wenn wir dann die neue Mutante mit der Stammsippe bastardieren, so bildet die neue Anlage und die alte Anlage, aus der jene hervorging, und die in der Stammsippe noch vorhanden ist, ein Anlagenpaar, und dasselbe ist der Fall, wenn aus einer Stammsippe zwei Mutanten entstanden sind, und diese untereinander bastardiert werden. Hier bilden die beiden aus der gemeinsamen alten Anlage entstandenen neuen Anlagen das Anlagenpaar.

B.

Auch die Annahme DE VRIES', dass die retrogressive (und degressive)²⁾ Mutation, die Varietätenbildung DE VRIES', auf dem Latent- (resp. Aktiv-)werden einer Anlage beruhe, scheint mir, wie schon bemerkt wurde, nicht in vollem Umfange aufrecht erhaltbar zu sein.

¹⁾ Das tertium comparationis ist nicht sowohl das sprungweise Anwachsen als die Unabhängigkeit jedes neuen Zuwachses von dem vorhergehenden. Meiner Anschauung würde etwa das Anwachsen eines zinstragend angelegten Kapitals entsprechen, bei dem der Zins stets zum Kapital geschlagen wird.

²⁾ Im Folgenden ist der Kürze halber nur von der retrogressiven Mutation die Rede.

Wenn z. B. eine rot- oder blaublühende Sippe eine weissblühende Mutante hervorbringt, so soll das darauf beruhen, dass die Anlage für rot oder blau „latent“, „inaktiv“ wird, d. h. ihr Merkmal nicht mehr zur Entfaltung bringen kann (nicht darauf, dass sie ein *anderes* Merkmal entfalten will!). Bastardieren wir nun die neue Sippe mit ihrer latenten Anlage mit der Stammsippe, bei der die Anlage noch aktiv ist, so kommt dieselbe Anlage zweimal, aber in verschiedenem Zustande zusammen. Im einen ist sie im stande, das Merkmal (Rot oder Blau) zu entfalten, im anderen nicht. Etwas anderes kann sie nicht hervorbringen; wenn sie sich etwas geltend machen kann, kann sie nur gleichsinnig wirken, d. h. sie kann die Wirkung der aktiven Anlage der Stammsippe nur verstärken.

Nun wissen wir aber, dass der Bastard in solchen Fällen sehr oft nicht das Merkmal der Stammsippe, von der die aktive Anlage herrührt, rein zeigt, sondern gegen das Merkmal der retrogressiven Mutante hin abweicht. Das ist ursprünglich von DE VRIES in Abrede gestellt worden¹⁾, wird aber jetzt von ihm zugegeben; er spricht nun selbst von einer „Schwächung“ der antagonistischen Anlage durch die latente²⁾. Wie gross die Abweichung des Bastardmerkmals von dem Merkmal der Stammsippe sein kann, dass sie zu genauer Mittelstellung und selbst zu Annäherung an das Merkmal der retrogressiven Mutante führen kann, habe ich vor kurzem nachgewiesen³⁾. All das beweist einen Antagonismus der „aktiven“ und der „latenten“, „inaktiven Anlage“, d. h. die „latente“, „inaktive“ ist gar nicht „latent“, „inaktiv“, sondern aktiv, unter Umständen aktiver, als die „aktiv“ genannte Anlage. Wenn sie aber aktiv ist und ihre Aktivität als Antagonismus zeigt, so kann sie nicht mehr identisch sein mit der Anlage der Stammsippe, sie ist etwas anderes⁴⁾.

Meiner Meinung nach kann es also auch gar keinem Zweifel unterliegen, dass bei der retrogressiven Mutation eine Umbildung einer Anlage stattfindet, so gut wie, nach dem oben bemerkten, bei der progressiven Mutation; nicht eine einfache Aktivitätsabnahme. — Daneben gibt es natürlich noch wirkliches Latentwerden von Anlagen, bei der die Anlagen unverändert bleiben, aber wirklich inaktiv werden.

¹⁾ Diese Berichte, Bd. XIX, S. 84 (1900). „Von den beiden antagonistischen Eigenschaften trägt der Bastard stets nur die eine, und zwar in voller Ausbildung.“

²⁾ H. DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. II, S. 146 (1902).

³⁾ Über die dominierenden Merkmale der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XXI, S. 133 u. f. (1903), G. A. 12, 329.

⁴⁾ Wollte man diese Fälle nach dem oben (S. 352) gegebenen „Halbierungsschema“, nach dem jede Anlage für sich allein nur das Merkmal auf die Hälfte reduziert hervorbringen kann, erklären, so müsste man annehmen, das Merkmal *A* dominiere über das Merkmal *a*, wenn die Anlage für *a*, die sich nur durch ihre Inaktivität unterscheiden soll, gerade so aktiv ist, wie die Anlage für *A*, und das Merkmal des Bastardes sei intermediär, d. h. *A* und *a* seien gleich beteiligt, wenn die Anlage für *a* völlig inaktiv sei!

Damit ist freilich ein prinzipieller Unterschied zwischen progressiver und retrogressiver Mutation verwischt. Ein weiteres Eingehen müsste zu einer Diskussion der Grundvorstellungen DE VRIES' führen, auf die ich hier verzichte. Es genügt mir, motiviert zu haben, warum ich in der vorangehenden Mitteilung die Vorstellungen einer „bisexuellen“ und „unisexuellen“ Bastardierung nicht verwertet habe, und warum ich fortfahren werde, von Merkmalspaaren und Anlagenpaaren zu sprechen, auch wenn es sich um die Bastardierung von Arten, resp. Artmerkmalen im Sinne DE VRIES' handelt.

Finde ich mich in diesen Punkten im Gegensatz zu DE VRIES, so kann ich seiner Ansicht, dass die MENDEL'schen Bastardierungen sich sehr eng an die Vorgänge der normalen Befruchtung anschliessen und uns nur besser vor die Augen treten, weil die Unterschiede hier leicht und bequem zu beobachten sind¹⁾, nur zustimmen, habe ich dasselbe doch vor zwei Jahren mit aller Bestimmtheit und seitdem wiederholt ausgesprochen, z. B. 1901²⁾ „die Spaltung des Idioplasmas bei der Bildung der Keimzellen ist, meiner Meinung nach, ein normaler Vorgang, der auch bei den Individuen einer rein gezüchteten Rasse, nicht nur bei Bastarden, eintritt, man sieht hier nur die Folgen nicht“. Und 1902³⁾: „Je näher sich zwei Sippen stehen, die einen Bastard bilden, je ähnlicher also die Bastardbefruchtung der Kreuz- und Selbstbefruchtung wird, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Bastard bei der Keimzellbildung ‚spaltet‘. Daraus schliesse ich, dass die Spaltung der Anlagen kein Charakteristikum der Bastarde ist, sondern auch bei der Keimzellbildung der durch Kreuzung oder Selbstbefruchtung erzeugten Individuen vorkommt, nur dass ihre Folgen nicht kenntlich werden, weil hier das Merkmal A vom Merkmal a nicht unterschieden werden kann“. DE VRIES hat das übersehen, wie BATESON und SAUNDERS⁴⁾ und CANNON⁵⁾, die neuerdings dieselbe Ansicht ausgesprochen haben.

Wir glauben in der vorliegenden Mitteilung folgendes festgestellt zu haben:

1. Der Satz DE VRIES': „Die MENDEL'schen Gesetze gelten für Varietätsmerkmale, während Artmerkmale bei Kreuzungen konstante Bastardeigen-

¹⁾ Diese Berichte, dieser Band, S. 50.

²⁾ Über Bastarde zwischen Rassen von *Zea Mays* etc. Diese Berichte, Bd. XIX, S. 216 (1901), G. A. 6, 60.

³⁾ Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsen-Typus. Botan. Zeitung, 60. Jahrg. II. Abt., Sp. 67 (1902), G. A. 10, 301.

⁴⁾ BATESON and SAUNDERS, I. Report, S. 156.

⁵⁾ CANNON, A Cytological Basis for the Mendelian Laws. Bull. Torrey Botanical Club 29, 18. D. 1902.

schaften liefern“, kann nicht allgemein gelten; es gibt vielmehr (nach DE VRIES' Terminologie) Varietät - (Merkmal-) Bastarde, die eine konstante Nachkommenschaft liefern (Maisrassen), und Art - (Merkmal-) Bastarde, die „spalten“ (Hühnerrassen).

2. Die Vorstellung einer „unisexuellen“, Art-(Merkmal-)Bastarde liefern den Kreuzung, bei der das eine Elter, die progressive Mutante, eine Anlage abgibt, die keinen antagonistischen Paarling im Bastard findet, erscheint wenig annehmbar, weil, abgesehen von der Möglichkeit des Spaltens solcher Bastardmerkmale, bei der vegetativen Entwicklung des Bastardes das Merkmal der progressiven Mutante modifiziert erscheint. Es findet vielmehr auch bei der Bastardierung von Sippen, von denen die eine als progressive Mutante aus der andern entstanden ist, die neue Anlage eine antagonistische Anlage: die, aus der sie durch (teilweise) Umänderung hervorgegangen ist. — Wenn die „Spaltung“ in den meisten Fällen ausbleibt, so muss das auf anderen Gründen beruhen, als dass nichts zu Spaltendes vorhanden ist.

3. Die Annahme, bei der retrogressiven Mutation werde bloss eine im übrigen unverändert bleibende Anlage inaktiv, latent, entspricht nur zum Teil den Tatsachen, die sich bei der Bastardierung von Sippen mit Merkmalen von derartiger Entstehung feststellen lassen. Auch bei der retrogressiven Mutation muss eine Umänderung einer vorhandenen Anlage, nicht eine bloss Inaktivierung derselben, vor sich gehen können. — Daneben gibt es ein wirkliches Latentwerden einer Anlage.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

15. Neue Untersuchungen auf dem Gebiet der Bastardierungslehre.

Herbst 1901 bis Herbst 1902.

Botanische Zeitung Jg. 61, Nr. 8, Sp. 113—126. 1903.

Das nachfolgende Sammelreferat soll eine gedrängte Uebersicht über die Arbeiten geben, die seit dem Bericht, den Ref. auf der Hamburger Naturforscher-Versammlung erstattet hat, erschienen sind, soweit sie ihm zugänglich wurden. Die vierte Lieferung von DE VRIES' Mutationstheorie (I) blieb unberücksichtigt, weil der ganze zweite Band nach seiner Vollendung im Zusammenhang besprochen werden soll. Die Ansichten und Beobachtungen MENDEL's müssen als bekannt vorausgesetzt werden; es sei ihretwegen und wegen der sich zunächst anschliessenden Arbeiten auf ein Referat in dieser Zeitschrift (I) und auf den schon erwähnten Bericht (II) verwiesen.

Eine interessante, ausführliche Biographie MENDEL's hat sein Neffe, Dr. med. A. SCHINDLER in Zuckmantel (Oester. Schlesien), in einer Gedenkrede gegeben (nicht im Buchhandel), TSCHERMAK (V) ein neues, jugendlicheres Bild MENDEL's veröffentlicht.

TSCHERMAK (I) hat die Daten über Bastardierungen unter Getreiderassen aus der Litteratur und nach Mittheilungen aus Svalöf, als Vorarbeit für eigene Untersuchungen, sorgfältig zusammengestellt. Daraus geht mit Sicherheit hervor, dass eine Anzahl Merkmale dem MENDEL'schen Schema, dem *Pisum*-Typus, folgen, für andere ist es wenigstens wahrscheinlich. Es lässt sich auch hier oft ein deutlicher Einfluss der Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Rasse auf die Entfaltung der Anlagen und damit auf das Aussehen des Bastardes constatiren, der Art, dass z. B. hinsichtlich der Aehrenform des Weizens bald die Langform, bald die Kurzform dominiren kann, je nachdem man die Rasse I oder die Rasse II mit der Rasse III verbindet.

Nachdem Ref., je nach dem Verhalten der Anlagen für die Merkmale der Eltern 1. bei der Entwicklung des Bastardes und 2. bei der Bildung seiner Keimzellen, vier Typen von Merkmalspaaren unterschieden hatte, zieht TSCHERMAK nun noch weitere drei bis vier Gesichtspunkte herbei: ob Mosaikbildung vorliegt oder nicht, ob die Anlagen mit einander verkoppelt sind oder nicht etc., und will 32 oder 64 „Schemata“ unterschieden wissen. Dagegen

lässt sich formell nichts einwenden. Da die verschiedenen Gesichtspunkte aber durchaus ungleich wichtig sind — das gilt schon für die zwei vom Ref. in Betracht gezogenen —, wird die praktische Durchführung Schwierigkeiten haben; jedenfalls wird sich eine Zurückführung je einer Anzahl Schemata auf Haupttypen als nöthig herausstellen.

Hieran sei gleich eine weitere Mittheilung TSCHERMAK's „Ueber die gesetzmässige Gestaltungsweise der Mischlinge“ (III) angeschlossen, die die Ergebnisse seiner fortgesetzten Studien an Erbsen und Bohnen enthält, und in der auch die oben skizzirte Aufstellung zahlreicher Schemata noch näher ausgeführt wird. Auf alle die einzelnen Ergebnisse kann hier nicht eingegangen werden; es mag hervorgehoben sein, dass z. B. die Merkmalspaare von der Blüthezeit bei Erbsenbastarden dem *Zea*-Typus — Merkmalsmischung während der vegetativen Entwicklung und Spaltung bei der Keimzellbildung — folgen dürften. Besonders wichtig scheinen dem Ref. die detaillirten Angaben über *Phaseolus*-Bastarde, z. Th. solche zwischen Rassen des *Phaseolus vulgaris*, z. Th. solche zwischen *Phaseolus vulgaris* und *Phaseolus multiflorus*. Sie sind in vieler Hinsicht recht ähnlich den Bastarden zwischen Maisrassen; neben Merkmalspaaren, die dem *Pisum*- und dem *Zea*-Typus folgen, kommen auch solche vor, bei denen während der vegetativen Entwicklung des Bastardes das eine Merkmal über das andere dominirt, und die bei der Keimzellbildung nicht spalten, die also dem dritten Typus (heterodynamomögon) folgen. Für ihn kannte Ref. noch kein sicheres Beispiel, man könnte ihn jetzt *Phaseolus*-Typus nennen. Auch ganz unerwartete Merkmale traten hier auf, eine *gigas*-, *nanella*- und *repens*-Form, die Verf. als Mutationen, ausgelöst durch Bastardirung, bezeichnet.

Die historische Einleitung und die auf Missverständnissen beruhenden Bemerkungen, durch die sich Verf. für die milde Kritik, welche Ref. leider an einigen seiner theoretischen Ansichten üben musste, zu revanchiren sucht, übergeht Ref.

Ueber sehr ausgedehnte Bastardirungsversuche mit Rassen von *Phaseolus vulgaris* hat auch R. A. EMMERSON einen vorläufigen Bericht (I) erstattet, der eine Anzahl interessanter Angaben über Mosaikbildung, Auftreten neuer Merkmale und Verstärkung vorhandener bei den Bastarden enthält.

WELDON (I) hat zunächst die statistischen Angaben, die MENDEL für seine Erbsenbastarde gemacht hat, einer rechnerischen Prüfung unterworfen. Dabei hat sich herausgestellt, dass unter sieben Merkmalskategorien nur einmal (Höhe der ganzen Pflanze) die Abweichung der beobachteten Zahl von der berechneten grösser war, als der wahrscheinliche Fehler. „Die Ergebnisse stimmen so gut mit MENDEL's Hypothese, dass bei einer Wiederholung die Wahrscheinlichkeit, ebenso gut passende oder bessere Resultate zu erhalten, nur etwa $\frac{1}{16}$ ist.“ Aus den neueren, später zu erwähnenden Untersuchungen

des Ref. am Mais geht übrigens hervor, dass bei der durch Selbstbestäubung erzielten Nachkommenschaft eines Bastardes selbst äusserst starke Abweichungen von dem theoretischen Werthe mit der Spaltungsregel gut vereinbar sind.

Im übrigen Theil der Arbeit sucht WELDON an der Hand von Angaben in der Litteratur und durch eigene Beobachtungen an Erbsensippen aus der Verwandtschaft der Telephon-Erbse nachzuweisen, dass die Dominanz- und die Spaltungsregel nicht allgemein gelten können, ja dass sie nicht einmal für die von MENDEL am eingehendsten studirten Merkmale, die Form des Samens und die Farbe der Cotyledonen, bei allen Erbsenrassen immer gelten; dass vielmehr die Sippenzugehörigkeit, die ‚ancestry‘, eine wichtige Rolle spielt. Für die Dominanz, also die Entfaltungsweise der elterlichen Merkmale während der vegetativen Entwicklung des Bastardes, ist das ohne Weiteres zuzugeben. Nach den Beobachtungen beim Mais, die Ref. veröffentlicht hat, ist die Entfaltungsweise der Anlage (die Ausbildung des Merkmals beim Bastard) so klar abhängig von der Individualität der einzelnen Keimzelle, der ganzen Pflanze, der Rasse, ja davon, ob die Anlage frisch abgespalten ist oder nicht, dass sie offenbar etwas leicht veränderliches sein muss. Für die Ausdehnung einer solchen Variabilität desselben Merkmalspaares auf Spalten und Nichtspalten bei der Keimzellbildung scheinen dem Ref. jedoch keine genügenden Gründe vorzuliegen.

Gegen diesen Aufsatz WELDON's wendet sich BATESON sehr nachdrücklich in einem langen Zusatz (p. 104—208) zu der von ihm besorgten, englischen Ausgabe der beiden Publicationen MENDEL's (I). Als Einleitung ist ein Vortrag vor der Royal Horticultural Society in erweiterter Form wieder abgedruckt; die gleich folgende Besprechung einer zweiten Publication des Verf. wird Gelegenheit geben, über die auch dort vorgeschlagenen neuen Termini zu berichten. Mit seiner Kritik der einzelnen von WELDON ins Feld geführten Einwände hat BATESON in vielen Punkten offenbar Recht¹⁾. Principiell ist die Frage nach der allgemeinen Gültigkeit der MENDEL'schen Regeln schon negativ beantwortet, wie auch BATESON zugiebt, der aber ihre Grenzen noch weiter auszudehnen hofft, als z. Z. die übrigen Autoren. — Die Entscheidung für die strittigen Merkmalspaare der Erbsen ist natürlich trotzdem immer noch wichtig.

¹⁾ Nicht in Allem! So nicht in dem Argument, das WELDON einer Mittheilung des Ref. entlehnt hat. Von den Samen des Bastardes erster Generation zwischen der grünen Erfurter Folgererbse I und der purpurviolettshotigen Kneifelerbse II, deren Schalen zwischen fast farblos, wie bei I, und intensiv orangeroth, wie bei II, schwankten, hat Ref. nicht bloss solche mit extrem orangeroth gefärbter Samenschale ausgesäet, wie BATESON angiebt, sondern auch solche mit extrem farbloser, und bei beiden wieder die Extreme und alle Uebergänge erhalten. Mag auch die Schwankung in der Färbung durch äussere Einflüsse erklärt werden können, wie Verf. meint, statt durch innere, wie Ref. annimmt: eine Spaltung bei der Keimzellbildung kann nicht stattgefunden haben.

Verf. giebt auch an, bei seinen Erbsen-Bastardirungen richtige Xenien, „infection“ der Samenschale der Mutterpflanze, beobachtet zu haben, aber nur bei einzelnen Rassen und auch bei diesen nicht in allen Fällen. Sie sollen nur auftreten, wenn eine Rasse mit gefärbter Samenschale als Mutter (seed parent) benützt wird, nicht auch, wenn eine Rasse mit ungefärbter Samenschale benützt wird.

Der erste Bericht, den BATESON und MISS SAUNDERS dem Evolution Committee der Royal Society abgestattet haben (II), hat zweifellos von allen Publicationen des Jahres am meisten Thatfachenmaterial beigebracht (excl. DE VRIES, I). Die Versuche mit Pflanzen (p. 13—87) hat MISS SAUNDERS, jene mit Geflügel (p. 87—132) BATESON selbst ausgeführt; vorausgeschickt ist eine Einleitung (p. 1—13), theoretische Erörterungen (p. 124—160) machen den Schluss.

Bei den Versuchen mit *Melandrium rubrum* und *M. album* (je die kahle und die behaarte Form), *Atropa Belladonna* (f. *typica* und f. *lutea*) und *Datura* Sect. *Stramonium* (Blüthen weiss oder blau, Kapsel dornig oder glatt) stellte sich heraus, dass die angegebenen Merkmalspaare zum *Pisum*-Typus gehören. Die sehr umfangreichen Versuche mit *Matthiola*-Sippen ergaben Resultate, „die, allgemein gesagt, gut mit den Resultaten von CORRENS stimmen. Da aber eine grosse Anzahl verschiedener Typen verwendet wurde, sind unsere Resultate nothwendiger Weise verwickelter“. Neben den Merkmalspaaren, die dem *Pisum*-Typus folgten, zeigten sich auch „nichtmendelsche“ Fälle. So traten z. B. sehr stark abweichende Zahlenverhältnisse auf, in anderen Fällen bei bestimmten Sippen schon in der ersten Generation des Bastardes neben den dominirenden Exemplaren einzelne recessive, die keinem Versehen ihren Ursprung verdanken und MILLARDET'sche faux hybrides sein sollen. Wenn ein Individuum der zweiten Bastardgeneration mit dem recessiven Merkmal bastardirt wurde mit einem Individuum mit dem recessiven Merkmal, aber aus einer fremden Sippe, so konnten Nachkommen mit dem dominirenden Merkmal auftreten! Besonders merkwürdige Ergebnisse wurden mit einer „halbbehaarten“ Sippe erzielt, bei der die Blätter oberseits kahl, unterseits behaart waren.

Bei den Versuchen mit verschiedenen Hühnerrassen stellte sich heraus, dass, wenigstens bei Verwendung bestimmter Zuchten (strains), gewisse Merkmalspaare bei der Keimzellbildung der Bastarde der Spaltungsregel folgten und sich bei der vegetativen Entwicklung der Bastarde bald mehr dem *Pisum*-Typus, bald mehr dem *Zea*-Typus anschlossen. Hierher gehören Merkmale des Kammes: der normale Kamm ist gegenüber dem „pea“- und „rose“-Kamm recessiv, und des Fusses: der normale Fuss ist gegenüber dem Fuss mit einer Extra-Zehe ebenfalls recessiv. Warum bei Verwendung anderer Zuchten die Bastarde theils den recessiven, theils den domi-

nirenden Charakter zeigten, bleibt im Einzelnen festzustellen. Complicirtere Resultate gaben zumeist die von der Färbung des Federkleides genommenen Merkmalspaare, während die Merkmalspaare der Färbung von Bein und Schnabel meist wieder zum *Pisum*-Typus gehörten.

Im Anschluss an diese Beobachtungen an Thieren sei gleich eingeschaltet, dass auch CUENOT (I) bei seinen Bastardirungsversuchen mit Hausmausrassen gefunden hat, dass das Merkmalspaar grau-weiss (Anwesenheit oder Fehlen von Pigment im Haar) genau dem MENDEL'schen (*Pisum*-)Typus folgt. Ferner hat A. D. DARBISHIRE auf Anregung WELDON's hin das Studium der schon von HAACKE und v. GUAITA untersuchten Bastarde zwischen der japanischen Tanzmaus und dem Albino der Hausmaus begonnen. Aus dem ersten Bericht (I) geht hervor, dass nicht alle Jungen der ersten Bastardgeneration grau gefärbt waren, wie v. GUAITA gefunden hatte, und dass die grauen selbst in der Färbung der Hausmaus nur ähnlich, nicht identisch mit ihr waren: der Bauch war nahezu weiss. Einen sehr deutlichen Einfluss hatte es, ob man zu den Versuchen rein gezüchtete Albinos verwandte, oder jene Albinos, die gelegentlich in Zuchten gefleckter Hausmäuse auftraten; „sehr wahrscheinlich hat der Albino um so weniger Vererbungskraft, je länger er reingezüchtet war“. Allgemein kann das nicht gelten; es ist gerade das Gegentheil von dem, was Ref. für das Maisendosperm fand, dass nämlich die Anlage für weiss im Merkmalspaar weiss-blau in den Keimzellen des Bastardes, also frisch abgespalten, gegen blau viel schwächer ist, als sie vorher bei der rein gezüchteten Elternrasse war. Das Merkmalspaar Tanzen — nicht Tanzen, für das Ref. zuerst die Gültigkeit der MENDEL'schen Regeln bei einem Thierbastard aus v. GUAITA's Zahlen ableitete, ist nicht erwähnt: die Resultate stimmten gewiss mit denen v. GUAITA's überein.

Kehren wir noch einmal zu dem allgemeinen Theil des Berichtes von BATESON und SAUNDERS zurück. Die Verf. schlagen einige neue termini technici vor. Sie nennen „Allelomorph“ den einzelnen Paarling eines antagonistischen Merkmalspaares, und, wenn er zusammengesetzt ist, die einzelnen „units“ „Hypallelomorphs“. Durch Vereinigung der Allelomorphs desselben Paares entsteht die „Heterozygote“, gegenüber der „Homozygote“, die durch Vereinigung „ähnlicher“ Allelomorphs entsteht. Die vom Ref. vorgeschlagene Nomenclatur findet keine Gnade vor ihren Augen¹⁾. Hier

¹⁾ Es sei dem Ref. erlaubt, die Argumentation der Verf. an einem Beispiel zu zeigen. p. 126 heisst es: „The terms als ‚halb-identisch‘ and ‚conjugirte‘ as applied to characters, are already fairly well expressed by the words in perfect or in imperfect correlation, which are already well understood. It would be confusing to introduce the metaphor of conjugation to denote these ideas.“ Das zeigt erstens, dass die Verf. gar nicht verstanden haben, was Ref. mit „halb-identisch“ gegenüber „conjugirt“ oder „verkoppelt“ bezeichnen wollte. Zweitens ist „Correlation“ ein ausserordentlich weiter Begriff, den man in neuerer Zeit, gewiss mit Recht, zu gliedern sucht (vergl. z. B. die bekannten Darlegungen HERBST's

und im Uebrigen ist der Unterschied zwischen der Anlage eines Merkmales und dem Merkmal selbst sehr verwischt. So wird zwar die Wirkung der äusseren Einflüsse auf die Merkmale wohl anerkannt, aber ausdrücklich bei Seite gelassen, während gerade sie zu der scharfen Trennung der Begriffe Anlage und Merkmal führen muss, wobei es gleichgültig ist, wie man sich die Anlage denkt.

Die allgemeine Stellung BATESON's zur Frage nach der Gültigkeit der MENDEL'schen Regeln wurde schon oben mitgetheilt (S. 360). Im Einzelnen kann auf diesen Theil der Mittheilung, der vielerlei Anregung bringt, leider nicht eingegangen werden; wer sich mit den einschlägigen Fragen näher beschäftigt, kann die Arbeit doch nicht entbehren. Hervorgehoben mag noch sein, dass die Vorstellung des Verf. über die Zerlegung der zusammengesetzten „Allelomorphs“ von jener MENDEL's abweicht. Mit dieser Frage beschäftigt sich auch eine neuere, kurze Veröffentlichung BATESON's (III), die gegen die an MENDEL sich anlehnenen einschlägigen Ansichten DE VRIES' gerichtet ist.

Die eben kurz besprochenen Arbeiten von BATESON und SAUNDERS hat TSCHERMAK (IV) ausführlich besprochen, wobei er auch Mittheilung über eigene Untersuchungen mit Levkojenbastarden gebracht hat. Von den neuen Thatsachen sei das ausschliessliche Auftreten von Roth (in zwei verschiedenen Nuancen von Rosa) gleich in der ersten Generation desselben Bastardes zwischen weissen und gelben Sippen hervorgehoben und auf den sehr merkwürdigen Fall der Aufspaltung eines scheinbar einheitlichen elterlichen Merkmales in zwei Generationen hingewiesen.

Für seine Orchideenhybriden hat C. C. HURST (I) ein neues Gesetz über die Entfaltung der Anlagen in der ersten Generation des Bastardes aufgestellt. Die einzelnen Individuen derselben Combination bilden eine gleitende Reihe, von solchen, die das Merkmal A des einen Elters rein entfalten, bis zu solchen, die das correspondirende Merkmal a des anderen Elters rein entfalten. Rechnet man alle Individuen, die $\frac{3}{4} A$ und mehr zeigen, zu A , alle, die $\frac{1}{4} A$ und weniger zeigen, zu a , und bezeichnet alles zwischen $\frac{3}{4} A$ und $\frac{1}{4} A$ stehende mit Aa , so sollen sich diese Individuenklassen der Zahl nach verhalten wie $1 A : 2 Aa : 1 a$. Bei zahlreichen Individuen von *Paphiopedium Leanum* (= *P. insigne* + *Spicerianum*) wurden z. B. 492 Paare geprüft, davon waren A (= *P. spicerianum*) 127, a (= *P. insigne*) 121, und Aa (intermediär) 244. Das muss der Fall sein, wenn alle Uebergangs-

im Biolog. Centralbl. 1895). Es ist dem Ref. gerade als ein Fortschritt erschienen, eine gewisse Klasse von Correlationen (im weitesten Sinne), über deren Zustandekommen man sich eine bestimmte Vorstellung machen kann, durch einen besonderen Namen hervorzuheben. Drittens ist eine Confusion bei der Anwendung des Wortes „conjugirt“ auf Merkmalspaare für jeden Verständigen ausgeschlossen. Ganz gleich gut begründet sind die übrigen Ausstellungen; auch im Uebrigen ist Ref. mehrmals missverstanden worden.

stufen der gleitenden Reihe von A bis a gleich häufig sind. Dass dies $1 A + 2 A a + 1 a$, trotz der äusserlichen Aehnlichkeit, mit der MENDEL'schen Spaltungsregel gar nichts zu thun hat, ist klar; diese Regel fand HURST auf die Nachkommenschaft seiner Orchideenbastarde nicht allgemein anwendbar.

Eine Vertiefung unserer Kenntniss von der Spaltungsregel soll eine Veröffentlichung des Ref. bringen (CORRENS IV). So, wie MENDEL sie formulirt hatte, lehrt sie bekanntlich, dass von den zwei Anlagen (A , a) eines Merkmals-paares die eine Hälfte der Keimzellen des Bastardes die eine Anlage (A) behält, die andere Hälfte die andere Anlage (a). Er leitete dies aus dem Zahlenverhältniss $25 a : 75 A$ und $A a$ bei den durch Selbstbefruchtung erzielten Nachkommen des Bastards der II. Generation ab, und fand es durch das Zahlenverhältniss $50 A : 50 a$ bestätigt, das er bei der Rückkreuzung der Bastarde mit jenem Elter erhielt, welches das recessive Merkmal (a) besass. Ref. hat nun bei der Fortsetzung seiner Studien über die Rassenbastarde des Maises einen Bastard zwischen zwei bestimmten Rassen beobachtet, bei dem bei Selbstbefruchtung in der II. Generation das Verhältniss $15,6 : 84,4$ (statt $25 : 75$) war. Die Zahl der untersuchten Fälle, fast 9000, war so gross, dass die Abweichung nicht zufälliger Natur sein konnte. Unter solchen Umständen hatte man bisher von einer „Spaltung nach einem anderen Zahlenverhältnisse“ gesprochen. Die Rückkreuzung mit dem das recessive Merkmal tragenden Elter gab aber genau das Verhältniss $50 A : 50 a$. Es mussten also die Keimzellen doch genau im Verhältniss $1 : 1$ gebildet worden sein, wie es die Regel verlangt, und die durch Selbstbefruchtung entstandene II. Generation konnte nur deshalb ein abweichendes Verhältniss zeigen, weil eine der vier Combinationen unter den Keimzellen der I. Generation ($a + a$) schwerer gelang, als die drei anderen ($a + A$, $A + a$, $A + A$). Gleich gutes Gelingen aller vier Combinationen war eine — stillschweigend gemachte — Voraussetzung der Rechnung MENDEL's gewesen. Damit war auch ein eclatanter Fall einer Correlation zwischen einem sexuellen und einem vegetativen Merkmal gefunden.

Das nächste Ergebniss ist also, dass für die genaue Bestimmung des Zahlenverhältnisses der verschiedenen Keimzellen eines spaltenden Bastardes nicht die durch Selbstbefruchtung entstandene Nachkommenschaft zu verwenden ist, sobald sich hierbei merkliche Abweichungen vom Verhältniss $1 : 3$ zeigen, sondern die durch Rückbastardirung mit dem Pollen des das recessive Merkmal besitzenden Elters erzielte Nachkommenschaft, und auch diese nur dann, wenn (annähernd) alle Samenanlagen befruchtet werden und jedes Sexualproduct soweit zur Entwicklung kommt, dass das Merkmal erkannt werden kann. Es müssen eben alle Individuen der vier Combinationen schädigenden äusseren Einflüssen gegenüber gleich hart sein. — Uebrigens kann schon die Zahl der reifen, tauglichen Keimzellen eine vom Verhältniss

1 : 1 abweichende werden, wenn nicht alle angelegten Keimzellen reifen. In einem solchen Falle ist es überhaupt unmöglich, eine nur scheinbare Abweichung vom Verhältniss 1 : 1 als solche nachzuweisen.

Die Kritik, die STRASBURGER in dieser Zeitschrift (I) an einigen Ausführungen des Ref. geübt hat, war für diesen Veranlassung, seine Ansichten über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsentypus an derselben Stelle (CORRENS III) zusammenhängend darzustellen. Inzwischen hatte TSCHERMAK (II) eine Lanze für STRASBURGER gebrochen, in einer „Ueber Correlation zwischen vegetativen und sexuellen Merkmalen an Erbsenmischlingen“ betitelten Mittheilung. Er hatte gefunden, dass zwischen der Blütenfarbe und der Oberflächenbeschaffenheit der von diesen Blüten gebildeten Samen bei gewissen Erbsenbastarden (*Pisum arvense* + *P. sativum*) ein Zusammenhang besteht, derart, dass jene Individuen der zweiten Generation, die rothe Blüten haben, stets runzlige Samen produciren, diejenigen aber, die weisse Blüten haben, stets glatte Samen hervorbringen. Bis jetzt wurde gemeiniglich unter einem sexuellen Merkmal etwas anderes verstanden, als „ein Merkmal eines Sexualproductes“ — man denke nur an „primäre“ und „secundäre“ Sexualcharaktere. Von dieser Namensfrage abgesehen, liegt hier gewiss eine Correlation vor, aber nicht eine zwischen der Blütenfarbe der einen und der Embryobeschaffenheit der anderen Generation, sondern eine zwischen der Blütenfarbe und der Beschaffenheit der Samenschale bei derselben Generation, und ausserdem eine directe Abhängigkeit der Oberflächenform der Cotyledonen von der Samenschale, wie beim Mais die glatte oder runzlige Oberfläche des Kornes, ausser von seinem Wassergehalt, von dem Raume abhängt, den die trockene Fruchtschale bietet.

In neuester Zeit hat W. A. CANNON (I) gefunden, dass sich bei der Pollenbildung hybrider, offenbar „spaltender“ Baumwollpflanzen die Kerntheilungen genau in derselben Weise abwickeln können, wie bei der normaler Pflanzen. Es ist das die Bestätigung dessen, was Ref. aus anderen Thatsachen geschlossen und schon mehrfach ausgesprochen hat, dass nämlich das „Spalten“ überhaupt kein Charakteristikum der Bastarde ist, sondern auch bei der Keimzellbildung rein gezogener Individuen eintritt, nur dass seine Folgen nicht kenntlich werden, weil die Merkmale der Eltern hier nicht auseinander gehalten werden können. Wenn aber CANNON die Spaltung einfach mit Hülfe der Beobachtungen RÜCKERT's und anderer Forscher erklären will, nach denen die väterliche und mütterliche Keimsubstanz getrennt bleiben und immer zwei Keimzellen rein väterliche, zwei rein mütterliche Charaktere erhalten, so hat er sich die Sache gar zu leicht gemacht. Um nur den nächstliegenden Einwand hervorzuheben: ein spaltender Bastard vom Erbsentypus mit zwei differirenden Merkmalspaaren, *A, a* und *B, b* (Elter I: *AB*, Elter II: *ab*)

bildet viererlei Keimzellen, zur Hälfte solche, die ganz den Keimzellen der Eltern entsprechen (AB, ab), zur Hälfte aber solche, die Keimsubstanz von beiden Eltern besitzen müssen (Ab, aB). Die einschlägigen Erörterungen des Ref. sind dem Verf. ganz unbekannt geblieben.

Bekanntlich hat MILLARDET in einer sehr schönen Arbeit (I) gezeigt, dass die Bastarde zwischen verschiedenen Erdbeersippen entweder ganz dem Vater, oder ganz der Mutter gleichen können, und hat diese Erscheinung „fausse hybridation“ genannt. In einer kleinen Mittheilung (II) hat er nun analog gedeutete Beobachtungen bei *Vitis*-Bastarden veröffentlicht. Verschiedene *Vinifera*-Rassen gaben, mit dem Pollen von *V. rotundifolia* („Scuppernong“) bestäubt, ausschliesslich Pflanzen, die genau den verwendeten *Vinifera*-Rassen entsprachen, nur war der Pollen etwas schlechter. Es waren also „faux hybrides“. Umgekehrt gab aber *V. rotundifolia*, mit dem Pollen einer *Vinifera*-Rasse bestäubt, einen echten Bastard. Ref. muss gestehen, dass ihm diese Beobachtung die Deutung, die MILLARDET den vorangehenden Beobachtungen giebt, etwas zweifelhaft erscheinen lässt. Vielleicht kamen jene faux hybrides doch, trotz aller aufgewandten Sorgfalt, durch Afterbefruchtung zu Stande. — MILLARDET hat ausserdem mit dem Pollen von *Ampelopsis hederacea* verschiedene *Vitis vinifera*-Rassen mit Erfolg bestäuben können, während die umgekehrte Bestäubung ohne Resultat blieb; die aus dieser Verbindung erwachsenen Pflanzen entsprachen ganz den verwendeten *Vinifera*-Rassen. Hier liegt der eben ausgesprochene Verdacht noch näher.

Möglicherweise hat der *Ampelopsis*-Pollen aber auch nur als Stimulans die parthenogenetische Entwicklung der *Vinifera*-Embryonen ausgelöst. Man würde in diesem Falle freilich nicht mehr von „faux hybrides“ im Sinne ihres Entdeckers sprechen können. Nach den klaren Worten MILLARDET's in der ersten (und der zweiten) Mittheilung wollte er unter faux hybrides *wirkliche* Bastarde verstanden wissen, die entweder ganz der Mutter, oder ganz dem Vater gleichen; ob sie sich in der folgenden Generation gleich blieben oder nicht, kam für ihn nicht in Betracht. Sie sind so nur extreme Fälle des gewöhnlichen Verhaltens. Gleichen die Nachkommen der Mutter, weil sie parthenogenetisch, aber auf den Stimulus des Pollens hin, entstanden sind, so bezeichnet man die Erscheinung mit FOCKE als Pseudogamie. FOCKE hat schon das, was jetzt „vegetative Befruchtung“ genannt wird, 1881 scharf von der richtigen Befruchtung geschieden, während diese zwei grundverschiedenen Dinge noch jetzt zuweilen nicht scharf auseinander gehalten werden. Eine parthenogenetische Entwicklung der männlichen Keimzelle im Embryosack ist bis jetzt nicht beobachtet — die einschlägige Annahme WEBBER's für das Endosperm von *Zea Mais* ist, wie Ref. gezeigt hat, unhaltbar. Auch wenn sie einmal nachgewiesen werden sollte, würde damit der Begriff der echten „faux hybrides“ nicht schwinden.

Eine andere Frage ist es, ob die Bezeichnung „falsche Bastardirung“ bequem ist; BATESON (II, p. 155) möchte dafür Monolepsis verwendet wissen. Der Umfang dieser Zusammenstellung erlaubt leider nicht, seine Hypothese vom Zustandekommen der Monolepsis zu besprechen. Sie nimmt, im Gegensatz zu dem oben Betonten, keine graduelle, sondern eine fundamentale Verschiedenheit der faux hybrides, den echten Bastarden gegenüber, an. — Leider ist MILLARDET gestorben, ohne seine umfangreichen Untersuchungen über faux hybrides bei *Rubus*, *Begonia*, *Primula* etc. noch veröffentlichten zu können; hoffentlich gehen sie der Wissenschaft nicht verloren.

Zum Schlusse seien dem Ref. noch einige Bemerkungen gestattet.

Auf keinem Gebiete der Physiologie ist so sorgfältiges Arbeiten nöthig, wie auf dem Gebiete der Vererbungslehre und der Artbildung. Denn nirgends lässt sich die Unrichtigkeit einer in die Welt gesetzten Angabe so schwer nachweisen, wie hier. Wenn sich auch das Material beschaffen lässt — was schon sehr grosse Schwierigkeiten haben kann —, so erfordert die neue Untersuchung ganz ungleich viel mehr Zeit und Arbeit, als der zu prüfenden Angabe zu Grunde lag. Ref. hat das bei der Nachuntersuchung einiger der immer wieder citirten, irrigen Angaben über den „Einfluss des Geschlechtes“ auf das Aussehen der Bastarde zur Genüge erfahren. Und schliesslich bleiben immer noch die individuellen und Rassen-Schwankungen als uncontrolirbarer Factor übrig.

Es ist nun gewiss wünschenswerth, dass wir recht bald eine grosse Zahl experimenteller Untersuchungen über Bastarde aus möglichst verschiedenen Verwandtschaftskreisen erhalten. Ref. kann aber wegen des oben Ausgeführten nicht recht von Herzen in den liebenswürdigen Enthusiasmus BATESON'S einstimmen, mit dem dieser (in der Einleitung zu I) die leisured persons, die jetzt zum hundertsten Mal gesammelte Thiere und Pflanzen wieder sammeln, zu allgemeiner Betheiligung auffordert. DARWIN'S sind selten! Auch über die nöthigen Vorbedingungen zu solchen Untersuchungen ist Ref. doch anderer Meinung als BATESON, der ausser dem special training nur für nöthig hält, to scamp nothing. Es ist doch sehr zu befürchten, dass diese Arbeit in einigen Jahren nicht eine „Revolution unserer Ansichten über Vererbung, Species und Variation“ bringen wird, sondern eine Masse widersprechender Angaben, der gegenüber man wieder von Neuem anfangen muss, will man nicht nach der beliebten Maxime „diese Thatsache kann ich nicht brauchen“ eine Auswahl treffen. Schon jetzt merkt man, dass die Litteratur nicht mehr leicht übersehbar ist; und wirklich beweisend in einer Frage sind Angaben doch nur, wenn sie mit Rücksicht auf diese bestimmte Frage gemacht sind.

Die Concurrenz, die eine natürliche Folge einer allgemeinen Betheiligung an so langwierigen Arbeiten sein muss, wird zur bruchstückweisen Veröffent-

lichung der Ergebnisse zwingen, um so mehr, wenn der Usus Eingang finden sollte, gegenüber Untersuchungen, die Jahre lang zielbewusst durchgeführt wurden, eine Wochenpriorität zu betonen.

Ein Weg zur Abhülfe scheint auf den ersten Blick offen zu stehen: eine Vertheilung der einzelnen Objecte an bestimmte Arbeiter. Von diesem naheliegenden Gesichtspunkte aus hat Ref. die Fortsetzung seiner seit 1896 durchgeführten, erst zu einem ganz geringen Theil veröffentlichten Untersuchungen über Erbsenbastarde aufgegeben, als er aus TSCHERMAK's erster Veröffentlichung sah, dass dieser mit der Bearbeitung derselben Objecte begonnen hatte, und ähnlich hat er es später mit seinen Untersuchungen über Levkojenbastarde gemacht. Aber abgesehen davon, dass die Vertheilung praktisch kaum durchführbar wäre, gilt schon nach den bisherigen Erfahrungen auch hier der alte Satz: *si duo idem faciunt, non est idem*.

Auch die Terminologiefrage steht nicht erfreulich: die termini technici haben nur einen Zweck, eine gegenseitige, womöglich internationale Verständigung zu ermöglichen, und sollten beibehalten werden, soweit sie nicht für den, der die specielle Absicht ihres Schöpfers nicht kennt, das Gegentheil von dem bedeuten, was sie ausdrücken sollen. Warum soll jeder Nuancirung in der Auffassung der Thatsachen eine neue Terminologie folgen? Namen geben macht in der Physiologie nicht unsterblich.

Ueber den Ton der Kritik ist auch schon geklagt worden, z. Th. mit Recht, z. Th. von Leuten, die an den schönen Spruch vom Splitter und vom Balken nicht dachten.

Hoffentlich täuscht sich Ref., wenn er eine Entwicklung dieses Arbeitsgebietes kommen zu sehen glaubt, bei der es für einen selbstständigen Arbeiter schon eine ganz besondere Begeisterung braucht, um sich ihm noch zu widmen.

Litteratur.

- BATESON, W., I. Mendel's Principles of Heredity. A Defence, with a translation of Mendel's original papers on hybridisation. Cambridge 1902.
- and SAUNDERS, E. R. II. Report to the Evolution Committee of the Royal Society. Report I. London 1902.
- III. Note on the Resolution of Compound Characters by Crossbreeding. Proceedings of the Cambr. Philos. Society. Vol. XII. pt. 1. 1902.
- CANNON, W. A. I. A Cytological Basis for the Mendelian Laws. Bull. Torr. Bot. Club. 29: 18. D. 1902.
- CORRENS, C. I. Gregor Mendel's „Versuche über Pflanzenhybriden“ und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neueren Untersuchungen. Bot. Ztg. 1900. 58. Sp. 229f. G. A. 3.
- II. Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschung für die Vererbungslehre. Ber. d. d. bot. Ges. 1901. 19. Generalversammlungsheft. S. 71f., G. A. 8.
- III. Ueber den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsentypus. Botan. Ztg. 1902. 60. Sp. 65, G. A. 10.
- IV. Scheinbare Ausnahmen von der Mendel'schen Spaltungsregel für Bastarde. Ber. d. d. bot. Ges. 1902. 20. 157, G. A. 9.

- CUÉNOT, L. I. La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les Souris. Archives de Zoologie expériment et génér. Notes et Revue 1902. Nr. 2.
- DARBISHIRE, A. D. I. Note on the Results of Crossing Japanese Waltzing Mice with European Albino Races. Biometrika, Vol. II. Nr. 1. Nov. 1902.
- EMMERSON, R. A. I. Preliminary Account of Variation in Bean Hybrids. XV. Annual Report of Nebraska Agricult. Experim. Station, 1902.
- HURST, C. C. I. Mendel's „Law“ applied to Orchid Hybrids. Journ. Roy. Hort. Soc. 1902. 26. Part 4.
- MILLARDET, A. I. Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. Mém. Soc. Sc. phys. et natur. de Bordeaux. t. IV. 4. sér. 1894.
- Note sur la fausse hybridation chez les ampélidées. Revue de viticulture. 21. Dec. 1901.
- STRASBURGER, E. I. Ueber Befruchtung. Bot. Ztg. 60. II. Abth. Nr. 23. 1901.
- TSCHERMAK, E. I. Ueber Züchtung neuer Getreiderassen mittelst künstlicher Kreuzung. Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Oesterreich. 1901.
- II. Ueber Correlation zwischen vegetativen und sexuellen Merkmalen an Erbsenmischlingen. Ber. d. d. bot. Ges. 1901. 20. S. 17.
- III. Ueber die gesetzmässige Gestaltungsweise der Mischlinge. Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Oesterreich. 1902.
- IV. Der gegenwärtige Stand der Mendel'schen Lehre und die Arbeiten von W. Bateson. Ebenda. 1902.
- V. Ueber rationelle Neuzüchtung durch künstliche Kreuzung. Deutsche landw. Presse. 1902. S. 748f.
- VRIES, H. DE. I. Die Mutationstheorie. Bd. II. Die Bastardirung. Liefg. I. 1902.
- WELDON, W. F. R. I. Mendel's Law of alternative Inheritance in Peas. Biometrika, Vol. I. Nr. 2. Januar 1902.
-

16. Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Arten auf botanischem Gebiet¹⁾.

Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie Jg. 1, H. 1, S. 27—52. 1904.

In der langen Reihe hervorragender Männer, denen wir den staunenswerten Fortschritt der biologischen Wissenschaften im verflossenen Jahrhundert verdanken, ist keiner, dessen Name so weit über den Kreis der Fachgenossen hinausgedrungen ist, wie CHARLES DARWIN. Keiner dieser Forscher ist in ähnlicher Weise auf der einen Seite anerkannt und verehrt und verteidigt worden, keiner auf der anderen Seite so verurteilt und angegriffen und verketzert worden wie er. Anerkennung und Angriff richteten sich vor allem gegen sein Buch „Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl“ und das sich anschließende „Über die Abstammung des Menschen“.

Mit diesen Büchern wollte DARWIN zweierlei erreichen. Einmal suchte er der Vorstellung zum Durchbruch zu verhelfen, daß all' die mannigfaltigen Lebewesen, die uns umgeben, und wir selbst nicht ausgenommen, in engerer oder weiterer genetischer Verbindung miteinander stehen, daß sie sich auseinander entwickelt oder eine gemeinsame Vergangenheit hinter sich haben; mit einem Wort, er wollte dem Deszendenzgedanken zum Siege verhelfen. Und dann suchte er auch gleich in der natürlichen Zuchtwahl den Weg aufzudecken, auf dem alle diese Formen entstanden sind.

Sein erstes Ziel hat DARWIN leicht erreicht. Der Deszendenzgedanke ist heutzutage von den Naturforschern ganz allgemein angenommen. Der

¹⁾ Dieser Bericht ist als Antrittsvorlesung entstanden und kommt hier in etwas erweiterter Form zum Abdruck. Bei dem gebotenen Umfang konnten manche Fragen nur gestreift oder gar nicht berührt werden, ebenso wurden die Literaturzitate sehr beschränkt. Eine in erster Linie auf zoologischem Boden stehende, sorgfältige und kritische Darstellung hat jüngst L. PLATE in seinem Buche „Über die Bedeutung des Darwinschen Selektionsprinzipes und Probleme der Artbildung“ gegeben. (II. Aufl., Leipzig 1903.) Die hier vertretenen Anschauungen weichen in mehreren Punkten wesentlich ab; JOHANNSEN'S Arbeit konnte PLATE nicht mehr berücksichtigen. — Seitdem die Erkenntnis allgemeiner geworden, daß die Artbildung auf verschiedenen Wegen geschehen kann, ist die Botanik infolge der einfacheren Organisation ihrer Objekte vorzüglich dazu berufen, die experimentellen Grundlagen zu liefern. Es ist dann eine neue Frage, inwieweit für die Tiere weitere Faktoren in Rechnung zu ziehen sind, und was für welche.

vereinzelte Widerspruch stützt sich in unzulässiger Weise auf unsere noch immer recht mangelhafte Einsicht in das Zustandekommen der Entwicklung, wenn auch jetzt die Frage, ob eine Entwicklung stattgefunden habe, zum Glück besser von der Frage nach dem wie getrennt zu werden pflegt, als früher.

Daß der Sieg so leicht und glänzend gewonnen werden konnte, war gewiß in erster Linie eine Folge davon, daß der Gedanke schon seit Jahrzehnten immer wieder in den verschiedensten Köpfen aufgetaucht war, und es nur noch der sorgfältigen und geschickten Zusammenfassung des Tatsachenmaterials bedurfte. Darin liegt keine Verkleinerung der Verdienste DARWIN's; wer dem richtigen Gedanken eines anderen durch seine Argumente zum Durchbruch verhilft, kann mehr geleistet haben, als der, der ihn zuerst entwickelt hat.

So plausibel die Theorie der natürlichen Zuchtwahl auf den ersten Blick erscheint, und so sicher sie ihrerseits mitgewirkt hat, der Deszendenzlehre zum Siege zu verhelfen, sein zweites Ziel hat DARWIN viel weniger vollkommen erreicht; noch heute geht der Kampf um die Ursachen der Veränderung und des Fortschrittes weiter.

Wir nehmen hier den historisch-genetischen Zusammenhang der Organismen als Axiom hin und lassen auch die Frage, ob ihr Stammbaum wirklich einfach oder nur scheinbar einfach ist — mit anderen Worten, ob die Gesamtentwicklung monophyletisch oder polyphyletisch ist — beiseite, wie die Frage nach dem Ursprung des Lebens auf unserer Erde. — Wenn wir uns dann über die Entstehungsweise der Organismen unsere Gedanken machen, so wollen wir zweierlei auseinanderhalten: die Ausbildung der größten und großen Äste des Stammbaumes, die die Klassen, Ordnungen, Familien, auch die Gattungen und Gattungssektionen und selbst einen Teil der sogenannten guten Arten darstellen, und die Ausbildung seiner letzten Verzweigungen, die von den schlechten Arten und den Varietäten, den Rassen usw. gebildet werden. Nicht als ob damit gleich von vornherein irgendeine Grenze gezogen werden sollte zwischen diesen zwei Arten von Sippen¹⁾. Es handelt sich nur darum, daß jene großen Verwandtschaftskreise in ver-

¹⁾ Es ist ein unleugbares Bedürfnis, sowohl bei der Besprechung deszendenztheoretischer Fragen als auch bei der von Vererbungsproblemen ein Wort zu haben, das eine „systematische Einheit“, losgelöst von jedem Urteil über ihren Rang in der systematischen Skala (Rasse, Varietät, Art, Gattungssektion, Gattung usw.), bezeichnet. NÄGELI hat dafür das Wort „Sippe“ verwendet (Mechan.-physiol. Theorie der Abstammungslehre, 1884, p. 11, Anm.), das auch hier gelegentlich gebraucht werden soll, und das also unentschieden läßt, ob der gerade behandelte Verwandtschaftskreis eigentlich eine Rasse, eine Varietät, eine gute oder schlechte Art oder gar eine Gattung, eine Familie usw. ist.

gangenen Zeiten, meist in längst vergangenen, entstanden sein müssen, während die Entstehung der kleinen Kreise in die jüngste Vergangenheit der Erde fallen kann. Und wenn die Neubildung heutzutage noch vor sich geht, und wenn sie sich experimentell nachweisen läßt, so müssen sich ihre Produkte als solche kleine Sippen zeigen. Die Bildung der kleinen und kleinsten Sippen kann also allein das Problem exakter Forschung sein, und solche Versuche, denen man sich in letzter Zeit mehrfach auf botanischem Gebiet gewidmet hat, und die allein allmählich an die Stelle von Vermutungen über die Artbildung sichere Tatsachen setzen werden, sollen uns im folgenden beschäftigen. Es ist kein Zufall, daß gerade die Botanik hiermit den Anfang gemacht hat.

Ist einmal die Entstehung der kleinen Verwandtschaftskreise aufgeklärt, so wird erst die neue Frage wirklich aktuell, wie sich die Entstehung der großen Kreise erklären läßt. Hier versagt das Experiment, und eine sichere Kenntnis werden wir nie gewinnen, wie z. B. von PFEFFER¹⁾ scharf betont wurde. Die genaueste Bekanntschaft mit allen ausgestorbenen Formen, mit der wir einen vollständigen Stammbaum aller Lebewesen konstruieren könnten, würde nicht zum Ziel führen, auch wenn sie möglich wäre; ja sie würde kaum mehr als einige Fingerzeige geben. Man wird aus Analogie auch für die großen Äste stets dieselben Ursachen anzunehmen geneigt sein, die wir bei der Entstehung der letzten Verzweigungen feststellen können, eben weil die großen und die kleinen Äste eigentlich nicht zu trennen sind. Es ist aber nicht zu übersehen, daß bei den größeren Ästen des Stammbaumes, weil sie das Produkt einer langandauernden Entwicklung sein müssen, Faktoren mitgewirkt haben können, die auch jetzt noch weiter wirken, aber so langsam, daß ihr Resultat in unseren Experimenten nicht hervortreten kann, oder die heutzutage nicht mehr existieren.

DARWIN ging bei seinem Versuch, den treibenden Faktor in der Entwicklung zu finden, bekanntlich von dem Verfahren aus, das der Mensch, erst unbewußt und dann mit Überlegung, angewandt hat, um seine Haustiere, seine Kulturpflanzen zu verbessern: von der künstlichen Zuchtwahl, der Selektion.

Die Tiere einer Herde, die Pflanzen eines Saatfeldes oder Gartenbeetes sind nie unter sich ganz gleich. Zwischen den vom Durchschnitt abweichenden Individuen sind stets solche, die dem Zweck, zu welchem das Tier gehalten, die Pflanze gezogen wird, mehr entsprechen, als es der Durchschnitt tut.

Die Erfahrung hat den Menschen nun gelehrt, daß er dadurch, daß er die abweichenden Individuen zur Fortpflanzung wählt, künstliche „Zucht-

¹⁾ W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Aufl. Bd. II, p. 246.

wahl“ treibt, oft einen Fortschritt in dieser Richtung erzielen kann, indem die neue, aus den ausgelesenen Individuen erzielte Generation im Durchschnitt (nicht bloß wieder in einzelnen Individuen) günstiger ausfällt als die vorhergehende Generation, die die ausgewählten Individuen geliefert hatte. Diese Auswahl wiederholt dann der Züchter immer und immer wieder.

DARWIN übertrug nun die Vorgänge im Stall oder auf dem Acker in die freie Natur. Daß auch hier ein Teil der Nachkommenschaft von dem durchschnittlichen Verhalten abweicht, ist leicht zu konstatieren; die Rolle des Menschen, der die Auswahl trifft, übernimmt in der Theorie der Kampf ums Dasein, dessen Existenz ebenso leicht und überzeugend nachzuweisen ist. Bei der künstlichen Zuchtwahl überlebt, was dem Menschen besser gefällt oder brauchbarer erscheint, bei der natürlichen Zuchtwahl überlebt das, was den Kampf ums Dasein am besten besteht. Und da der Kampf ums Dasein von äußeren Faktoren beeinflusst ist, und diese variabel sind, so ist dafür gesorgt, daß die Entwicklung verschiedene Bahnen einschlagen kann.

Gegen diese auf den ersten Blick so plausibel erscheinende Theorie der natürlichen Zuchtwahl hat sich sehr bald die Kritik erhoben. Sie soll uns hier soweit beschäftigen, als es sich um experimentell feststellbare Dinge handelt.

Zunächst muß die künstliche Zuchtwahl genauer untersucht werden. Es fällt auf, daß sich unsere Haustiere und Kulturpflanzen ihr gegenüber verschieden verhalten können. Meist läßt sich wohl in kurzer Zeit eine gewisse, oft eine augenfällige Weiterbildung erreichen, dann werden aber die Fortschritte geringer, endlich unmerklich, und die sorgfältigste Zuchtwahl reicht dann eben hin, dieses gewonnene Stadium dauernd zu erhalten. In anderen Fällen muß aber nach und nach viel mehr erreicht worden sein. Um das einzusehen, brauchen wir nur die Geschichte einiger unserer nicht zu alten Kulturgewächse zu verfolgen.

So wogen nach DARWIN noch 1786 die größten Stachelbeeren nur 15 Gramm, bis 1817 war das maximale Gewicht der Beere bei einer Rasse auf 40 Gramm gesteigert worden, 1830 waren 50 Gramm eben überschritten worden; bis 1840 blieb sich nun das Gewicht etwa gleich, bis 1850 aber wurde eine weitere Zunahme bis fast auf 60 Gramm erzielt. Es ist das das Gewicht eines kleinen Apfels. Die letzte Steigerung fiel hauptsächlich in die ersten fünf Jahre des genannten Jahrzehntes, und bis 1875 — soweit reicht meine Quelle — wurde kein weiterer Fortschritt erreicht.

Der Grund für das verschiedene Resultat kann nicht in der Art liegen, wie die Zuchtwahl ausgeübt wird, denn diese bleibt sich gleich, er muß folglich darin gesucht werden, daß das Material, auf das die Zuchtwahl an-

gewandt wird (also die vom Durchschnitt abweichenden Individuen), verschieden günstig ist.

Schon DARWIN unterschied zweierlei Arten von Abweichungen, die individuellen Variationen und die Einzelvariationen („single variations“). Diese Einzelvariationen sind ganz auffällige Abänderungen, die aus der Menge der individuellen Variationen herausfallen. Wenn wir z. B. ein Beet mit einer rotblühenden Gartenblume betrachten, werden wir außer Individuen mit einer Farbe von mittlerer Intensität wohl stets etwas heller und etwas dunkler blühende finden, auch wenn alle Individuen Nachkommen derselben Pflanze sind. Das sind individuelle Varianten. Daneben könnten sich aber auch einzelne hellrosa oder weiß blühende Individuen finden, das wären dann Einzelvarianten.

Daß ein fundamentaler Unterschied zwischen den individuellen und den Einzelvariationen existiert, hat DARWIN mit feinem Gefühl empfunden, er ist aber nie ganz mit sich darüber einig geworden, ob die natürliche Zuchtwahl mit den einen oder den anderen operiere, wenn er auch entschieden geneigt war, die individuellen Variationen, schon wegen ihres allgemeinen Vorkommens, mehr in den Vordergrund zu stellen. (WALLACE, der Mitbegründer der natürlichen Zuchtwahltheorie, tat dies bekanntlich konsequent.) Es ist das auch ganz verständlich, denn seinerzeit kannte man den wahren Unterschied beider noch nicht, ja man hat erst allerjüngst ihn, voraussichtlich endgültig, feststellen können: Er liegt nicht in der verschiedenen Größe der Abweichung, in der Weite des Sprunges oder „Stoßes“, so auffällig dieses Merkmal bei den Einzelvariationen zu sein pflegt, auch nicht in dem numerischen Verhalten, so charakteristisch ihre Spärlichkeit für die Einzelvariationen ist, sondern in etwas ganz anderem, wie wir bald sehen werden.

Individuelle Variationen finden sich wohl stets, sobald wir nur genug Exemplare untersuchen können, wenn sie auch für das eine Merkmal eines Individuums augenfälliger sind, als für das andere. Wo wir es mit Merkmalen zu tun haben, die wir messen oder zählen können, finden wir auch ein ganz bestimmtes Verhalten der gemessenen oder gezählten Werte: sie schwanken alle um eine mittlere Größe oder mittlere Zahl, also um einen Mittelwert. Je näher ein gewisser Wert (ein Maß oder eine Zahl) diesem mittleren Werte steht, desto häufiger können wir ihn feststellen; je weiter er von dem Mittelwerte absteht, desto seltener wird er gefunden. Das Ergebnis einer derartigen Untersuchung läßt sich in die Form einer Kurve bringen, z. B. so, daß wir die einzelnen gefundenen Werte auf einer Abszissenachse auftragen und über jedem Werte eine Ordinate errichten, deren Länge der Häufigkeit dieses Wertes proportional ist. Die Kurve fällt (in den ein-

fachsten Fällen) dann von einem Scheitelpunkte, der von dem Mittelwert eingenommen wird, nach beiden Seiten hin gleichmäßig ab.¹⁾

Wir wollen nun sehen, was sich bei Anwendung der künstlichen Zuchtwahl auf diese individuellen Varianten erreichen läßt.

Wählt man die Individuen mit den extremen Merkmalen zur Fortpflanzung aus, so erhält man (in den meisten Fällen) wieder eine variable Nachkommenschaft, deren Verhalten sich durch eine ganz ähnliche Kurve, wie sie die vorhergehende Generation gegeben hatte, darstellen läßt. Diese Kurve der zweiten Generation deckt sich aber nicht mit der der ersten; ihr Gipfel, der Mittelwert, ist nach der Seite verschoben, auf der das zur Fortpflanzung gewählte, extreme Individuum stand, fällt aber noch lange nicht auf den Wert, den dieses Individuum wirklich repräsentirte. Wählt man nun wieder die extremen Individuen vom nämlichen Ende der Kurve zur Fortpflanzung, so läßt sich bei der wieder variablen Nachkommenschaft eine weitere Verschiebung des Mittelwertes in derselben Richtung feststellen. Der extreme Wert, den die zur Fortpflanzung gewählten Individuen repräsentirten, wird aber wieder nicht erreicht; ja die Verschiebung ist das zweite Mal sogar geringer ausgefallen, als das erste Mal. Durch die Fortsetzung des Prozesses läßt sich zwar eine weitere Verschiebung erreichen, die einzelnen Schritte werden jedoch immer kleiner (jeder soll z. B. nach GALTON für einen bestimmten Fall nur ein Drittel des vorhergehenden betragen), so daß schließlich ein Punkt erreicht wird, jenseits dessen der Erfolg praktisch gleich null ist.

Es mag das an einem bestimmten Beispiel gezeigt werden.²⁾ An den Maiskolben stehen die Körner bekanntlich in Längsreihen. Die Zahl dieser Reihen schwankt. Sie betrage z. B. bei einer bestimmten Sorte zwischen 8 und 20, und 12 und 14 mögen am häufigsten vorkommen; Kolben mit 10 und 16 Reihen sind dann selten, solche mit 8 und 18, resp. 20 ganz selten. Sät man nun die Körner eines Kolbens aus, der 16 Längsreihen, also mehr als die Mehrzahl der Individuen, besitzt, so können die Kolben der hieraus erwachsenen Pflanzen 8 bis 22 Reihen zeigen, und 14 und 16 können die häufigsten Zahlen werden, während jetzt 12 und 18 Reihen selten, 10 und 20 sehr selten und 8 und 22 nur ausnahmsweise vorkommen. Wählen wir nun aus dieser Ernte Kolben zur Aussaat, die 20 Längsreihen besitzen, so können die Kolben der neuen Generation zwischen 12 und 24 Längsreihen besitzen, und 16 und 18 die häufigsten Zahlen sein. Durch die Wahl der Kolben mit zahlreicheren Reihen, als sie der Durchschnitt besitzt, ist also der Mittelwert

¹⁾ Solche Untersuchungen hat bekanntlich der Anthropologe QUETELET zuerst in größerem Maßstab durchgeführt, später hat sich vor allem FRANCIS GALTON mit ihnen beschäftigt; jetzt existirt eine besondere Zeitschrift dafür: *Biometrika*, a Journal for the statistical study of biological problems, Cambridge von 1901 ab.

²⁾ Dieser Versuch wurde zuerst von FRITZ MÜLLER-Blumenau angestellt und von DE VRIES in größerem Maßstabe wiederholt.

von 12 bis 14 auf 16 bis 18 verschoben worden. In den nächsten Generationen wird sich noch ein Fortschritt erzielen lassen, über 18 hinaus wird aber der Mittelwert nicht gehen.

Umgekehrt ließe sich dadurch, daß das Saatgut von Kolben mit weniger Reihen entnommen würde, als der Durchschnitt hat, eine Sorte mit wenigerreihigen Kolben erzielen.

Hört die Zuchtwahl auf, so geht der Durchschnittswert allmählich wieder zurück, und damit das Gewonnene wieder verloren, auch wenn sie lange noch fortgesetzt wurde, nachdem sie keinen Fortschritt, sondern nur noch ein stationär Bleiben verursacht hatte.

Mehr als die künstliche könnte nun die natürliche Zuchtwahl nur dadurch erreichen, daß sie durch längere Zeiträume hindurch einwirkt. Da aber die Erfahrung deutlich zeigt, daß das Erreichbare relativ rasch erreicht ist, und der Fortschritt dann unmerklich wird, schon bei unseren, relativ kurzdauernden Versuchen, und da auf der anderen Seite aus verschiedenen Gründen die natürliche Zuchtwahl unter schwierigeren Bedingungen arbeitet, als die künstliche, so werden wir behaupten dürfen, daß sie in der Tat höchstens eben so viel leisten kann, als diese, d. h. sehr wenig. Die Annahme, daß die unendlich lange Dauer bei der natürlichen Selektion die beim Züchtungsexperiment nicht erreichbare erbliche Fixierung der erzielten Abänderung doch zuwege bringe, ist nicht kontrollierbar. — Übrigens wird durch die später zu besprechenden Versuche JOHANNSEN'S die ganze Zuchtwahlsfrage in ein anderes Licht gestellt.

Anders liegt die Sache, wenn die Zuchtwahl nicht individuelle Varianten, sondern Einzelvarianten, *single variations*, ausliest. Diese sind, wie wir schon hörten, meist sehr selten; in den günstigsten Fällen, die wir kennen, machen sie etwa 2 bis $1\frac{1}{2}\%$ aus; gewöhnlich findet man unter tausenden von Individuen vielleicht nur eine oder gar keine. Hat man aber eine gefunden und isolirt sie, so gleichen ihre Nachkommen ihr ganz, daneben zeigen sie wieder individuelle Variationen. Es findet also keine Annäherung der Nachkommenschaft an die ausgewählte Mutterpflanze statt, die durch weitere Zuchtwahl gesteigert werden könnte; was erreichbar ist, ist sofort ganz erreicht; eine weitere Selektion ist unnötig und hört sie auf, so bleibt die neue Form unverändert, wenn sie nur isolirt bleibt.

Der Hauptunterschied zwischen einer individuellen Variation und einer Einzelvariation liegt also nach dem bisher Ausgeführten darin, daß jene nur in einem gewissen, geringen Grade, diese dagegen sofort und vollständig erblich ist.

Es ist das Verdienst des frühverstorbenen russischen Botanikers KORSCHINSKY¹⁾, vor ein paar Jahren die hauptsächlich in der gärtnerischen Literatur zerstreuten Angaben über das plötzliche Auftreten neuer Formen bei kultivierten Pflanzen gesammelt und nachdrücklichst auf seine Bedeutung für das Problem der Artbildung hingewiesen zu haben. Er nannte es, mit Verwendung eines Ausdruckes von KÖLLIKER, Heterogenesis. So hat unsere allbekannte „Akazie“ (*Robinia Pseud-Acacia*) im verflorbenen Jahrhundert unter anderm eine völlig stachellose Form (f. *inermis*, 1833), eine rosa blühende Form (f. *Decaisneana*, zuerst 1862 blühend), eine sehr früh und sehr reich blühende Form (f. *semperflorens*, 1862) und eine Form geliefert, bei der statt der gefiederten Blätter ungeteilte, einfache Blätter gebildet werden (f. *monophylla* 1855), immer in einzelnen Individuen unter Hunderten von Sämlingen.

Einen sehr schönen Fall einer sprungweisen Abänderung hat Graf SOLMS vor wenigen Jahren für eines unserer gemeinsten Unkräuter, das Hirten-täschelkraut, *Capsella Bursa pastoris*, beschrieben.²⁾ Diese Pflanze kannte man nur mit verkehrt dreieckigen Früchten, die ihr auch den Namen verschafft haben. 1897 wurde nun auf dem Meßplatz bei Landau (in der Pfalz) ein einziges Exemplar gefunden, das kleine eiförmige Früchtchen hervorbrachte und dadurch ein so abweichendes Aussehen erhalten hatte, daß es zunächst nirgends untergebracht werden konnte. Die Nachkommenschaft blieb bei der Aussaat völlig konstant; einige Rückschlagsfrüchtchen von dreieckiger Form wiesen dann die Zugehörigkeit zum Hirten-täschelkraut nach. Die neue Form heißt nach ihrem ersten Entdecker, Prof. HEEGER in Landau, *Capsella Heegeri*.

Wenn KORSCHINSKY noch verkannt hat, daß die so entstandenen Formen sofort vollkommen erblich sind, so war das durch die Beschaffenheit seines Tatsachenmaterials gegeben. Er stützte sich nicht auf Versuche, die unter Berücksichtigung aller Fehlerquellen angestellt worden waren, sondern auf die gelegentlichen Beobachtungen von Praktikern. Es genügt aber nicht, die Samen einer neu entstandenen Form zu sammeln und auszusäen; es muß auch dafür Sorge getragen werden, daß diese Samen ausschließlich durch Selbstbefruchtung entstehen oder wenigstens, wenn mehrere abgeänderte Individuen verwendbar sind, durch Inzucht. Bei der Bestäubung der abgeänderten, neuen Pflanze mit dem Pollen einer zur alten, unverändert gebliebenen Form gehörenden Pflanze, die der Wind oder die Insekten ausführen können, entsteht ein Bastard zwischen der neuen und der alten

¹⁾ S. KORSCHINSKY, Heterogenesis und Evolution. Au⁸ dem Russischen übersetzt von S. TSCHULOK. Flora 1901, Ergänzungsband.

²⁾ H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH, *Capsella Heegeri*, eine neu entstandene Form der deutschen Flora, Botanische Zeitung 1900, p. 167.

Form, in dem die letztere fast immer die erstere zunächst so vollkommen unterdrückt, daß der Bastard genau wie die alte Form aussieht. Die neue Form kann dann zwar in der folgenden Generation des Bastardes wieder zum Vorschein kommen; in der Praxis beurteilt man aber die Erbllichkeit nach der ersten Generation. Ein näheres Eingehen hierauf würde uns über den hier gegebenen Rahmen hinausführen.

Auf der Vermeidung dieser Fehlerquellen, d. h. auf dem vollkommenen Abschluß der neuen Formen und ihrer künstlichen Selbstbestäubung, beruht ein gutes Teil des großen Erfolges, den die experimentellen Untersuchungen des holländischen Botanikers DE VRIES gehabt haben, die in den letzten Jahren veröffentlicht wurden, und auf die wir jetzt eingehen wollen.¹⁾

DE VRIES hat zunächst zahlreiche eigene Versuche über die Wirkung einer Selektion unter den individuellen Varianten angestellt; er hat sie dabei so gefunden, wie es im vorhergehenden dargestellt wurde; die Zahlen, die im S. 373 gegebenen Beispiel für die Wirkung der künstlichen Zuchtwahl angeführt wurden, sind seinem Werke entnommen. Es läßt sich rasch, in wenigen Generationen, ein gewisser Fortschritt erzielen, der fernerhin, auch bei konsequenter Weiterführung der Selektion, nur auf der gleichen Höhe gehalten werden kann und bei ihrem Aufhören ebenso rasch schwindet, wie er erreicht wurde. DE VRIES hat aber auch genauer untersucht, wie die Wirkung der Zuchtwahl gesteigert oder geschwächt wird, je nachdem die Ernährung der Versuchspflanzen einen gleichsinnigen oder einen entgegengesetzten Einfluß hat.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen von DE VRIES liegt aber in der experimentellen Gewinnung von Mutanten, wie er die schon wiederholt besprochenen Einzelvariationen nennt; sie entstehen durch Mutationen.

Nach längerem Suchen entdeckte DE VRIES ein ausgezeichnetes Versuchsobjekt in einer ursprünglich in Nordamerika heimischen, in Europa hier und da als Zierpflanze kultivierten und zuweilen verwilderten Pflanze, der *Oenothera Lamarckiana*. Sie gehört zu einer Gattung aus der Verwandtschaft unseres Weidenröschens, der eine gewisse äußerliche Ähnlichkeit mit der Königskerze den deutschen Namen „Nachtkerze“ verschafft hat. Meist ist sie zweijährig; im ersten Jahre bleibt der Stengel ganz kurz und bildet eine dem Boden anliegende Blattrosette, im zweiten streckt er sich zu einem mehr als meterlangen Schaft mit langem Blütenstand und großen, hellgelben, sich abends öffnenden Blumen. Nach der Fruchtreife stirbt die Pflanze ab.

DE VRIES fand nun 1886 auf einem früheren Kartoffelacker bei Hilversum unweit Amsterdam eine Menge verwilderter Pflanzen dieser Art, und zwar außer der Hauptsippe gleich zwei weitere Sippen, die er *Oenothera brevi-*

¹⁾ HUGO DE VRIES, Die Mutationstheorie, 2 Bände. Leipzig 1901—1903. Hier muß uns einstweilen vor allem der erste Band beschäftigen.

stylis und *O. laevigata* nennt, und die mit der Hauptform nahe verwandt, aber doch sicher unterscheidbar sind. Es wurden nun möglichst große Aussaaten von dieser *Oenothera Lamarckiana* und *Oenothera laevigata* gemacht, und unter den so erhaltenen, zahlreichen Individuen — im Laufe von 7 Jahren mehr als 50 000 — stets eine Anzahl abweichender Exemplare, „Mutanten“, etwa 800, gefunden. Sie stellten eine ganze Reihe neuer Sippen dar, die sich durch ein Merkmal, oder einige Merkmale, nicht immer auffällig, aber doch scharf, von der Hauptmasse der *Lamarckiana*-Individuen unterschieden. Von den am häufigsten auftretenden dieser neuen Sippen wurden nach und nach mehr als 100 einzelne Exemplare beobachtet. Sie zeigten selbst wieder individuelle Variationen in den einzelnen Charakteren; ihre Nachkommenschaft war ihnen aber sofort völlig gleich und blieb auch fernerhin völlig konstant, von neuen Mutationen abgesehen, wenn nur für Selbstbestäubung gesorgt worden war. (Einige wenige Formen waren nicht konstant, ihre Nachkommenschaft bestand z. T. auch aus Individuen der Stammform; dann war durch Zuchtwahl nicht mehr zu erreichen. Auf sie soll hier nicht näher eingegangen werden.)

Manche Arten waren stets sehr schwach und konnten nur bei sorgfältigster Pflege am Leben erhalten werden; andere gingen schon als Keimpflanzen, trotz aller auf sie verwandten Mühe, immer wieder ein. Wieder andere waren stets völlig oder fast völlig unfruchtbar; die einen waren es nur deshalb, weil der eigene Blütenstaub untauglich war (dann konnten wenigstens Bastarde mit den fruchtbaren neuen Arten erhalten werden), die anderen waren vollständig steril, so daß sie immer wieder ausstarben. Mit einer einzigen Ausnahme waren die neuen Arten überhaupt weniger fruchtbar als *Oenothera Lamarckiana*.

Es war also aus einer Sippe im Laufe weniger Jahre eine ganze Menge der verschiedensten abweichenden, von der Stammart und von einander relativ leicht zu unterscheidender, neuer Sippen entstanden, und zwar aus *Oenothera Lamarckiana* und *O. laevigata* im wesentlichen dieselben. Ein Teil war auch im Freien, auf dem Acker, in einzelnen Individuen zu finden.

Diese neuen *Oenothera*-Sippen sind nun freilich keine Verwandtschaftskreise, wie sie z. B. von LINNÉ — meist, nicht immer — umgrenzt und Arten genannt wurden, sondern „kleine Arten“, „petites espèces“, „Elementararten“, wie DE VRIES sagt, also keine sogenannten „guten“ Arten. Das heißt, sie unterscheiden sich voneinander nur durch ein auffälliges Merkmal, oder durch eine Summe wenig auffälliger Merkmale, statt durch mehrere sehr auffällige. Diese Verschiedenheit zwischen den guten Arten und den neuen *Oenothera*-Sippen ist wohl oft zu stark hervorgehoben worden; mehr als das, was bei *Oenothera Lamarckiana* geleistet wurde, ist vom Experimentator billigerweise nicht zu erwarten.

Daß die neuen Sippen nur Elementararten sind, tut der Bedeutung der Versuche keinen Eintrag: der Unterschied zwischen den Elementararten und den guten Arten ist nur ein gradueller, kein prinzipieller, wie der zwischen einem Dreieck und einer Ellipse. Die „guten“ Arten LINNÉ's, KOCH's und anderer Systematiker sind sehr oft nur Sammelarten, aus verschiedenen, zuweilen aus sehr zahlreichen Elementararten. Für eine solche gute Art LINNÉ's, die *Draba verna*, ist z. B., hauptsächlich durch die Versuche des französischen Botanikers JORDAN¹⁾, schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts gezeigt worden, daß sie von ein paar Hundert bei der Kultur konstanten Elementararten gebildet wird, die natürlich nur der Spezialist, dieser aber sicher unterscheiden kann. Es ist das nur ein Beispiel unter vielen, die wir anführen könnten. Was wir hier in der freien Natur finden: einen Schwarm nächstverwandter, konstanter Formen, das hat das Geschick des Experimentators aus der *Oenothera Lamarckiana* hervor gelockt.

Daß DE VRIES unter ziemlich zahlreichen, durch große Aussaaten geprüften Pflanzenarten nur ein brauchbares Objekt fand, muß die Annahme von Mutationsperioden nahe legen, in denen, um mit dem verdienten Entomologen STANDFUSS zu reden, die Artbildung „explosionsartig“ erfolgt, und die mit langen Perioden der Konstanz abwechseln, in denen die sich plötzlich äußernden Veränderungen vorbereitet werden. Die *Oenothera Lamarckiana* ist gewiß nicht allein gerade in einer solchen Periode; nach BITTER's Ermittlungen²⁾ scheint z. B. auch die einjährige, zu den Nachtschattengewächsen gehörige, in Peru heimische, bei uns ebenfalls als Zierpflanze gebaute und leicht verwildernde *Nicandra physaloides* in einer solchen Periode zu stehen, auch JOHANNSEN hat bei seinen später zu besprechenden Versuchen einige solche Erfahrungen gesammelt, und meine eigenen, zu anderen Zwecken gemachten Massenaussaaten lassen in ein paar anderen Verwandtschaftskreisen etwas Ähnliches vermuten. Es ist aber bei allen derartigen Beobachtungen zu berücksichtigen, daß das Auftreten neuer Formen nur ein scheinbares sein und von einer vorhergehenden Bastardirung herrühren kann. Dieser Einwand ist auch gegen die Beweiskraft der *Oenothera*-Versuche DE VRIES' gemacht worden, wie ich glaube, ohne irgend eine genügende Begründung.

¹⁾ Ein kurzer Bericht z. B. bei A. JORDAN, *Remarques sur le fait de l'existence en société, a l'état sauvage des espèces végétales affines etc.* Lyon 1873. Die Versuche wurden von DE BARY kontrollirt, dessen Beobachtungen, mit eigenen zusammen, von F. ROSEN herausgegeben wurden (*Botanische Zeitung*, 1889). Sehr umfangreiche derartige Versuche mit Habichtskräutern (*Hieracium*) hat auch NÄGELI angestellt.

²⁾ G. BITTER, *Die Rassen der Nicandra physaloides*. 1. Mitteilung. Beihefte z. Bot. Centr.-Blatt, XIV. 1903.

Wie diese sofort erblichen Einzelvariationen, die Mutationen, zu stande kommen, darüber wissen wir heutzutage noch gar nichts. Denn die Untersuchungen von DE VRIES haben doch nur ihr Vorkommen und ihre Bedeutung kennen gelehrt. Es ist vorauszusehen, daß äußere Einflüsse bei ihrem Auftreten eine auslösende Rolle spielen, und daß wir infolgedessen das Auftreten einmal beherrschen lernen, wenn wir diese Faktoren erkannt haben. Im Grunde müssen aber innere Veränderungen, in den Anlagen des Keimplasmas¹⁾, vor sich gehen, die sich dann äußerlich zeigen, und die entziehen sich unserem Einblick zurzeit noch ganz.

DE VRIES nimmt an, daß die Mutationen darauf beruhen, daß entweder „progressiv“ im Keimplasma eine neue Anlage und damit am Individuum ein neues Merkmal entsteht, oder daß „regressiv“ eine vorhandene Anlage inaktiv, latent wird, und das zu ihr gehörige Merkmal am Individuum schwindet, oder daß „degressiv“ eine latente Anlage wieder aktiviert wird, und dadurch ihr Merkmal am Individuum wieder auftaucht. Im ersten Bande seiner Mutationstheorie nennt De Vries jeden dieser drei Prozesse eine elementare Artbildung, im zweiten Band beschränkt er diese Bezeichnung auf die progressiven Mutationen und nennt die Produkte der retrogressiven und degressiven Mutationen Varietäten.

Bei DE VRIES handelt es sich überhaupt nicht eigentlich um die Entstehung der Arten, sondern um die der Merkmale, die das „Bild“ der Arten zusammensetzen. Diese Auffassung hängt mit den Ergebnissen der neueren Bastardforschung zusammen, die uns hier nicht beschäftigen können.

Die *Oenothera*-Mutanten sind progressiv, als Neubildungen, entstanden. Dabei handelt es sich, soweit ich das übersehen kann, jedoch nur um quantitative Abänderungen von Merkmalen der Stammform, und zwar um Organisations-, nicht um Anpassungsmerkmale. Ganz neue Eigenschaften sind nicht entstanden. Etwas anderes ist aber auch gar nicht zu erwarten. Die Bildung einer jeden Anlage für ein neues Merkmal wird stets an die Anlage eines vorhandenen Merkmals anschließen müssen.

Eine Mutation erscheint nur dann als Sprung, wenn sie aus dem Rahmen der individuellen Variationen herausfällt. Solche Fälle eignen sich vorzüglich für das Studium; es ist aber gar kein Grund einzusehen, weshalb die Mutation das immer tun muß, und tut sie es nicht, dann verschwindet sie

¹⁾ Wir müssen annehmen, daß ein Teil des Plasmas, der lebenden Substanz jedes Organismus, das „Keimplasma“, dazu bestimmt ist, die Übertragung der Eigenschaften von Generation zu Generation (und ihre Entfaltung) zu besorgen, und daß für die einzelnen Eigenschaften (Merkmale) des Organismus bestimmte, materielle „Anlagen“ im Keimplasma vorhanden sind. Auf die Gründe für und gegen diese Ansicht können wir nicht eingehen; sie hat durch die Ergebnisse der neueren Bastardforschung eine gewaltige Stütze erhalten.

unter den individuellen Variationen. Die Zuchtwahl kann dann nur völlig blind walten, sie erzielt einen bleibenden Erfolg, wenn sie eine Mutante herausgreift, und einen vorübergehenden, wenn sie eine Variante nimmt. Bei der oben angeführten Gewichtszunahme der Stachelbeere im Laufe des letzten Jahrhunderts (p. 373) wirkten unzweifelhaft Mutationen mit. Das zeigt auch die starke Zunahme neuer Sippen: 1629 kannte man 8 Sorten, 1842: 149 und 1862 gar 243 Sorten.

In den Fällen, wo die Mutanten nicht als solche erkannt werden, vermischt eben die individuelle Variation die Grenzen der elementaren Arten. Wir sprechen dann von „gleitenden“ Übergängen; ein wirkliches Gleiten, von dem soviel die Rede ist, kann es gar nicht geben: Jede Mutation, die sich durch das Auftreten einer sofort erblichen, neuen Eigenschaft verrät, muß durch eine Veränderung des Keimplasmas, des materiellen Trägers der Vererbungskraft, vorbereitet sein, und diese Änderung kann, solange wir auf dem Boden der Atomtheorie stehen, nur durch einen Sprung, wenn auch durch einen winzigen, geschehen, mag es sich dabei um die Umlagerung vorhandener Moleküle handeln, oder um die Einlagerung neuer, oder um die Beseitigung vorhandener.

Solche kleine, aber distinkte Sprünge gibt BELJERINCK¹⁾ nach seinen Züchtungsversuchen für gewisse Spaltpilze an. Es sind seine „Subvarianten“, die in den Kulturen in geringer Zahl vorhanden sind und auch bald wieder aus ihnen verschwinden. Einen anderen Beweis für die Existenz minimaler erblicher Abänderungen werden wir noch kennen lernen (p. 385).

Eine gewisse Inkonstanz mancher Rassen, die ebenfalls das Bild eines gleitenden Überganges hervorrufen kann, denkt sich DE VRIES so zustande kommend, daß im Keimplasma die aktive Anlage für das neue Merkmal mit der ebenfalls noch aktiven Anlage für das alte in Konkurrenz gerät, und sich jedesmal, wenn es sich um die Entfaltung des Merkmales handelt, bald mehr die eine, bald mehr die andere zeigen kann, wodurch dann ein Schwanken des betreffenden Merkmales bei den einzelnen Individuen bedingt sein würde. Auf diese und andere, mehr ins engere Gebiet der Vererbungslehre gehörigen Verhältnisse kann hier nicht eingegangen werden.

Auf diese Mutanten kann man sich nun auch die natürliche Zuchtwahl einwirkend denken. Sie wird hier viel eher etwas erreichen können, als bei den individuellen Varianten, einmal weil die Abänderungen gleich vollständig erblich sind, und dann, weil wenigstens die durch größere Sprünge entstehenden, also sogleich stark abweichenden Formen ihr wirksame Angriffspunkte geben. Für die kleinen und kleinsten Sprünge gilt aber der

¹⁾ M. W. BELJERINCK, On different forms of hereditary variation of microbes. (Kon. Akad. v. Wet. te Amsterd., 29. IX. 1900.)

oft gemachte Einwand weiter, daß sie zu gering sind, um einen merklichen Nutzen oder Schaden für das Individuum zu besitzen, und dieser merkliche Nutzen oder Schaden einer Eigenschaft ist ja gerade das, was die Theorie der natürlichen Zuchtwahl zur Erklärung des Fortbestandes oder Aussterbens einer Form braucht.

Eine sehr ansprechende Argumentation dafür, daß durch die Zuchtwahl eine Auslese getroffen werden kann, hat R. v. WETTSTEIN¹⁾ für seine „saisondimorphen“ Arten gegeben. Gewisse Arten des Klappertopfes (*Alectorolophus*), des Augentrostes (*Euphrasia*), des Enzians (*Gentiana Sect. Endotrichia*) kommen in zwei sonst ganz ähnlichen Formen vor, einer relativ früh im Jahr und einer relativ spät im Jahr blühenden. Die eine entwickelt sich vor dem Höhepunkt in der Entwicklung der mitteleuropäischen Wiesen, die andere nach demselben. Dieser Höhepunkt ist auch die Zeit der Hauptheuernte, und v. WETTSTEIN führt die Spaltung jeder Stammsippe in zwei neue, saisondimorphe Sippen gerade auf diesen Eingriff zurück. Die frühblühenden Sippen kommen stets auf Wiesen oder Äckern vor, die spätblühenden nicht immer; die verwandten Arten der Hochalpen und der arktischen Region — wo kein Heu gemacht wird — sind „monomorph“, die saisondimorphen kommen nur in der Bergregion und den Niederungen vor. — Damit aber die Zuchtwahl, die hier von der Sense geübt wird, so wirken konnte, mußte die Stammsippe vorher schon früh-, mittel- und spätblühende, erblich fixierte Sippen umschließen, unter diesen wurden die Extreme ausgelesen und die Mittelformen beseitigt.

Ein Einwand gegen die Bedeutung der Mutanten für die Artbildung, der ein unbestreitbares Gewicht besitzt, liegt in der geringen Zahl, mit der die auffälligen, weite Sprünge repräsentierenden auftreten: in DE VRIES' Versuchen etwa nur $1\frac{1}{2}$ Prozent, oft nur einzeln unter Tausenden von Individuen. Nun ist es zwar eine mathematische Notwendigkeit („DELBOEUF'sches Gesetz“), daß solche spärlich, aber immer und immer wieder auftretenden Abänderungen an Individuenzahl die Stammart erreichen und sie sogar schließlich verdrängen müssen, wenn nur eine Anzahl von Bedingungen erfüllt sind: erstens, daß die neuen Sippen sofort vollständig konstant, erblich fixiert, sind, und zweitens, daß sie im Kampf ums Dasein wenigstens keine schlechteren Chancen haben, als die Stammart. Die erste Bedingung ist (fast) immer realisiert, die zweite wird es wenigstens hin und wieder sein. Von Vorteil ist es ferner, wenn bei der neuen Sippe die Möglichkeit zur Bastardierung mit der alten ausgeschlossen ist; absolut nötig ist das jedoch nicht, nach dem, was wir jetzt über das Verhalten derartiger Bastarde

¹⁾ Vgl. z. B. R. v. WETTSTEIN, Deszendenztheoretische Untersuchungen. I. Untersuchungen über den Saisondimorphismus im Pflanzenreich. Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 1900.

wissen¹⁾; der Verdrängungsprozeß wird durch die Bastardirung nur noch mehr verlangsamt. Er ist auch bei Ausschluß der Bastardirung schon langsam genug, was um so mehr in Betracht fällt, als nach den neueren Angaben das Leben auf der Erde nicht so alt ist, als man früher annahm. Lord KELVIN hat bekanntlich unlängst nur etwa 24 Millionen Jahre herausgerechnet.

Wenn auf einem Feld 10 000 Individuen einer einjährigen Art wachsen können, und es entstehen jedes Jahr 1% sofort erblich fixirter Mutanten, so sind bei gleichen Chancen im Kampf ums Dasein nach 10 Jahren noch 9044, nach 69 Jahren noch 5000, nach 100 Jahren noch 3660, nach 500 Jahren noch 68 Individuen der Stammsippe vorhanden, und es wird mehr als 900 Jahre dauern, bis nur noch 1 Individuum der alten und 9999 der neuen Sippe vorhanden sind.²⁾ Ist die neue Sippe im Kampf ums Dasein im Vorteil, wie es ja der Fall sein kann, so muß sich der Prozeß abkürzen. Findet aber Bastardirung statt, und das wird wohl fast ausnahmslos der Fall sein, so dauert er ungleich viel länger, und sind die Chancen im Kampf ums Dasein für die neue Sippe auch nur etwas schlechter, so wird sofort ihre Existenz in Frage gestellt. Man wird sich hier daran erinnern, daß sämtliche *Oenothera*-Mutanten, mit einer Ausnahme, weniger fruchtbar sind, als die Stammart (p. 379), aber auch nicht vergessen dürfen, daß die Fruchtbarkeit wohl eine sehr wichtige, aber nicht die einzige Waffe im Kampf ums Dasein ist.

Zweifellos fällt also die geringe Zahl, in der, nach unseren jetzigen Erfahrungen, die auffälligen Mutanten auftreten, gegen ihre ausgedehnte Beteiligung bei der Artbildung ins Gewicht. Wir wissen aber nicht, ob unauffällige, von den individuellen Variationen verdeckte Mutanten häufiger sind. Jedenfalls muß die Möglichkeit zugegeben werden, daß auch in der freien Natur eine auf dem Wege der Mutation entstandene Art sich ausbreitet und sogar die Stammsippe verdrängt.

Nun geht aber, wie wir bereits sahen, auch aus den Versuchen von DE VRIES immer noch die Möglichkeit hervor, auf anderem Wege als durch die Isolirung einer Mutation, nämlich durch die Zuchtwahl unter den indi-

¹⁾ Es kann auch hierauf an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

²⁾ Bezeichnet man die ursprüngliche Zahl der Individuen der Stammsippe mit A, die Prozentzahl der jedes Jahr auftretenden Mutanten, als Dezimalbruch, mit a, die Zahl der Generationen, während denen Mutanten entstehen, mit n und den Rest unveränderter Individuen der Stammsippe mit B, so ist (unter den oben gemachten Annahmen)

$$B = A (1-a)^n$$

respektive

$$n = \frac{\log B - \log A}{\log (1-a)}$$

Vgl. mein Ref. über den 1. Band von DE VRIES' „Mutationstheorie“ in der Botanischen Zeitung 1902, II. Abt. Sp. 7.

viduellen Varianten, die Weiterbildung einer Sippe zu erreichen, wenn auch nur eine beschränkte. Hier haben die erst vor einigen Monaten veröffentlichten Versuche des dänischen Botanikers JOHANNSEN¹⁾ sehr wertvolle Aufschlüsse gebracht, die, falls sie allgemeine Gültigkeit besitzen, was sehr wahrscheinlich ist, den individuellen Variationen den letzten Rest von Bedeutung für die Neubildung von Sippen nehmen.

JOHANNSEN experimentierte mit Pflanzen, die sich stets selbst befruchten (Bohnen, Gerste). Vergleicht man eine große Zahl von Individuen, z. B. die Ernte eines ganzen Bohnenbeetes, die einer ganzen „Population“, wie JOHANNSEN sagt, so findet man auch hier individuelle Variationen, und zwar wieder so ausgebildet, daß sich um einen Mittelwert herum, der am häufigsten vorkommt, die einzelnen Abweichungen gesetzmäßig gruppieren. So schwankte z. B. bei einem größeren Quantum brauner Prinzeßbohnen das Gewicht einer Bohne zwischen $\frac{2}{10}$ und $\frac{8}{10}$ eines Grammes; die meisten wogen etwa $\frac{1}{2}$ Gramm. Als nun besonders große, mittelgroße und besonders kleine Bohnen ausgelesen, daraus die einzelnen Pflanzen gezogen, und ihre Samen getrennt verglichen wurden, trat zunächst der erwartete Erfolg hervor: die großen Bohnen hatten, trotz aller wieder auftretenden individuellen Variationen, im Durchschnitt wesentlich größere, die kleinen wesentlich kleinere Tochterbohnen gegeben, als die mittelgroßen Bohnen. Die Zuchtwahl wurde nun bei den Tochterbohnen wiederholt, der Durchschnitt der verschiedenen Enkelbohnen wich aber vom Durchschnitt der Tochterbohnen, von denen sie stammten, nicht merklich ab,²⁾ Was also durch Zuchtwahl zu erreichen war, ließ sich hier, wie bei der Zuchtwahl unter Mutanten, gleich das erste Mal vollkommen erreichen; die weitere Auslese, schon die zweite, ermöglichte keine Steigerung mehr.

Wie erklärt es sich nun, daß für gewöhnlich durch die wiederholte Selektion unter den individuellen Varianten doch eine allmähliche, wenn auch nur eine begrenzte Weiterbildung möglich ist? Dies verschiedene Verhalten, je nach dem Objekt, ist gewiß damit in Zusammenhang zu bringen, ob die betreffende Pflanze ihre Nachkommenschaft durch Selbstbestäubung, das heißt durch den eigenen Blütenstaub, hervorbringt, oder ob die Fremdbestäubung, d. h. der Blütenstaub eines anderen Individuums, dabei eine größere oder kleinere Rolle spielt.

Um JOHANNSEN'S Versuchsergebnisse mit den sich selbstbefruchtenden Pflanzen zu erklären, müssen wir annehmen, daß die Population aus lauter konstanten Verwandtschaftskreisen allerkleinsten Umfanges, noch viel viel

¹⁾ W. JOHANNSEN, Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. G. Fischer, 1903.

²⁾ Genauer gesagt: es traten Abweichungen auf, z. T. sogar auffällige, aber sowohl in positivem Sinne (d. h. in dem die Zuchtwahl ausgeführt wurde) als im negativen, und zwar so, daß die beiderlei Abweichungen sich ausglich.

enger als die Elementararten, bestehe, aus Linien, wie JOHANNSEN sie nennt, die äußerlich absolut nicht voneinander unterschieden werden können, weil der Betrag der individuellen Variationen in jeder einzelnen Linie viel größer ist, als die Unterschiede der Linien voneinander.

Um dies deutlich zu machen, wollen wir, ganz schematisierend, annehmen, daß eine Population brauner Prinzeßbohnen aus 11 Linien bestehe, von denen die das eine Extrem bildende a, Bohnen von 400 mg im Durchschnitt, die das andere Extrem bildende m, Bohnen von 600 mg im Durchschnitt produziere, während die übrigen 9 sich durch eine Differenz des mittleren Gewichtes ihrer Bohnen von 20 mg unterschieden, so daß wir also hätten: Linie a: 400 mg, Linie b: 420 mg, Linie c: 440 mg, Linie d: 460 mg u. s. f., bis zu Linie l mit 580 mg und Linie m mit 600 mg. Betrügen nun die Schwankungen im Gewicht innerhalb jeder Linie nur wenige mg, im Maximum etwa 5 nach oben und nach unten, so würden aus einem Gemisch von Bohnen aller Linien die einzelnen Linien leicht, wenn auch umständlich, durch Wägung, zu isolieren sein. Was 435—445 mg wiegt, gehört zu Linie c, was 575—585 mg wiegt, gehört zu Linie l usw. Sobald aber die individuellen Schwankungen innert einer Linie mehr als 10 mg nach oben und unten betragen, ist das nicht mehr immer möglich, und betragen sie gar, was ungefähr der Wirklichkeit entspricht, 250 mg in jeder Richtung, so kann eine bestimmte Bohne zu jeder der 11 Linien gehören. Sie wiege z. B. 482 mg; dann kann sie ein besonders leichtes Individuum der Linie m oder ein ziemlich schweres der Linie a, oder ein dem Durchschnitt der Linie g nächststehendes, „typisches“ sein etc. Die Kurven der einzelnen Linien sind in extremer Weise transgressiv; die Linien sind, wie DE VRIES sagt, zugleich „völlig konstant und höchst variabel“.

Die erste Auslese unter den Großmutterbohnen hatte nicht dadurch Erfolg, daß sie individuelle Varianten getroffen hatte, sondern dadurch, daß sie einzelne Linien, großsamige, mittelsamige und kleinsamige, herausgriff, die unter der Gesamtmenge der braunen Prinzeßbohnen schon, versteckt, vorhanden waren. Die Zuchtwahl hat also gar nichts anderes erreicht, als eine Isolierung von Sippen, die schon völlig ausgebildet waren, und sie hat dies sofort vollständig erreicht, weil diese Sippen, infolge der strengsten Inzucht, der Selbstbestäubung, rein gewesen und die zu ihnen gehörigen Individuen bei der Ernte nur mechanisch durcheinandergemischt waren. (Das Wesentliche liegt nicht darin, daß bei der Zuchtwahl nur die Selbstbestäubung zur Erzielung der Nachkommenschaft verwandt wurde, sondern darin, daß schon vorher, seit vielen Generationen, die Nachkommenschaft auf diesem Wege entstanden war.)

Im zweiten Fall, wenn die Nachkommenschaft durch Fremdbestäubung entsteht, kann sich die Population ebenso aus Linien zusammensetzen, wie

im ersten; diese haben sich aber infolge der Fremdbestäubung in verschiedenster Weise untereinander bastardirt. Die Individuen sind nicht nur mechanisch, sondern auch physiologisch gemischt. Nach Gesetzen, die hier nicht erörtert werden sollen, können in der Nachkommenschaft immer wieder Individuen mit den Merkmalen der reinen Linien auftreten, und solche „zurückschlagende“ Individuen werden durch die wiederholte Auslese immer wieder isolirt, während sie, sobald die Zuchtwahl aufhört, durch neue Bastardbefruchtung wieder im Durchschnitt untertauchen. Sobald die Linie isolirt, wieder „rein“ geworden ist, kann die Zuchtwahl keinen weiteren Einfluß mehr haben und muß wirkungslos bleiben. Wir können auch verstehen, daß der Fortschritt, der durch jede der aufeinanderfolgenden Selektionen erreicht wird, immer kleiner ausfällt. Die Kenntnis der Bastardirungsgesetze lehrt uns im übrigen hier nur den Prozeß verstehen, nicht ihn abkürzen, weil eben die individuellen Variationen die Charaktere der verschiedenen Linien am Einzelindividuum nicht zu erkennen gestatten.

Der Mais ist ein Windblütler und in sehr hohem Grade der Fremdbestäubung unterworfen, schon weil seine Blüten getrenntgeschlechtig sind. Das von ihm genommene und früher erörterte Beispiel (p. 375) für den typischen Verlauf eines Zuchtwahlprozesses könnte sich etwa so erklären, daß das Ausgangsmaterial aus zwei Sippen bestand, einer mit durchschnittlich 8 Körnerreihen am Kolben und einer mit durchschnittlich 18 Körnerreihen, und aus sehr vielen Bastarden zwischen denselben, und daß allmählich wieder die eine dieser Sippen, die mit 18 Reihen im Mittel, isolirt wurde.

Im übrigen muß es möglich sein, auch durch eine derartige Zuchtwahl hier und da einen dauernden Erfolg zu erreichen (so gut wie durch die direkte Wahl unter Mutanten), sobald nur für vollkommene Isolation gesorgt wird.

Nachdem wir gesehen haben, daß sich nach den, mit älteren Anschauungen im Einklang stehenden Beobachtungen von DE VRIES die sogenannte gute Art in einen Schwarm von Elementararten auflösen kann, z. B. die Bohne in ihre Rassen: Prinzeßbohne, Goldelse, Kaiser Wilhelm, Reisperle und wie sie alle heißen, sehen wir nun durch die Untersuchungen JOHANNSEN's die Elementarart, z. B. die braune Prinzeßbohne, sich wieder in eine Menge erblich konstanter „Linien“ auflösen. Für den Systematiker ist dieses Ergebnis besonders unbequem. Konnte schon die Elementararten nur mehr der Spezialist unterscheiden, so sind die Linien nur durch das Experiment, d. h. praktisch nicht unterscheidbar, besonders, wenn wir noch bedenken, daß der Mittelwert als solcher durch äußere Einflüsse verschoben werden kann und wohl immer etwas verschoben werden wird.

Durch das Ergebnis der Versuche JOHANNSEN's erhalten wir auch einen besseren Einblick in das Wesen der individuellen Variation. Es ist

schon lange bekannt und muß jedem, der sich die Frage vorlegt, schnell klarwerden, daß die individuellen Variationen, mindestens z. T., durch die äußeren Einflüsse hervorgerufen werden, durch Nahrungszufuhr, Temperatur etc. Das hat schon Th. A. KNIGHT um die Wende des 18. Jahrhunderts ausgesprochen. Bei gleichmäßiger und mäßig dichter Aussaat auf durchwegs gutem Boden werden die Pflanzen eines Ackers, z. B. in ihrer Höhe, viel gleichmäßiger ausgebildet sein, als auf einem schlechten, nur strichweise gedüngten Boden bei sehr ungleichmäßiger, teils dichter, teils lockerer Saat, wobei eine Anzahl Individuen besonders beeinträchtigt und eine Anzahl besonders begünstigt ist.

Die Tatsache, daß sich durch die Selektion unter den abweichenden Individuen etwas erreichen läßt, mußte aber davor warnen, die äußeren Einflüsse als die alleinige Ursache der individuellen Variationen hinzustellen, weil der erzielbare Fortschritt eine gewisse Erblichkeit der Variationen voraussetzt. Nun ist ja ein Teil dieser Erblichkeit sicher auf eine direkte Beeinflussung der Nachkommenschaft durch die Mutter zurückzuführen; ein Teil blieb aber auch auf diese Weise unerklärbar. Wenn wir nun annehmen dürfen, daß dieser Rest individueller, „persönlicher“ Erblichkeit nur durch in Bastarden versteckte, maskierte, erblich konstante Sippen vorgetäuscht wird, so können wir jetzt die individuelle Variation ganz durch die äußeren Einflüsse auf konstante Anlagen erklären und die gesetzmäßige Verteilung der Varianten um den Mittelwert herum mit KLEBS¹⁾ auf das gesetzmäßige Schwanken der Intensität dieser äußeren Einflüsse, z. B. der Temperatur, zurückführen, das ebenfalls um einen Mittelwert herum erfolgt.

Wir werden von den in Aussicht gestellten weiteren Veröffentlichungen JOHANNSEN'S wohl noch viele wichtige Aufschlüsse über die Natur der „Linien“ erwarten dürfen. So kann man sie sich in verschiedener Weise entstanden denken. Man könnte z. B. annehmen, jede Linie der braunen Prinzeßbohne sei durch eine Mutation von sehr geringer Sprungweite aus einer ersten, durch einen weiten Sprung entstandenen Linie hervorgegangen, die zunächst allein die braune Prinzeßbohne repräsentierte, — wie die DE VRIES'schen Elementararten aus der *Oenothera Lamarckiana* durch weite Sprünge entstanden. Dann wäre die „Population“ monophyletischen Ursprungs. Man könnte aber auch annehmen, die einzelnen Linien seien aus einer Stammsippe, die noch nicht die braune Prinzeßbohne war, durch ebensoviele einzelne, weite Sprünge entstanden, wie ja manche *Oenothera*-Mutanten immer und immer wieder auftraten; die Weite des Sprunges sei aber in jedem Falle etwas verschieden ausgefallen. Dann hätte die Population einen polyphyletischen Ursprung.

¹⁾ G. KLEBS, Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. G. Fischer, 1903.

Wir können also den augenblicklichen Stand unserer Kenntnisse vom Selektionsprozeß auf Grund der neuen Versuche etwa so formuliren: die Zuchtwahl kann einerseits Formen erhalten, die in einzelnen Individuen, fixirt, als Mutanten, auftreten, und andererseits schon vorhandene Sippen aus einem Gemisch von solchen erblich fixirten, wenn auch durch Bastardirung verwischten, isoliren; etwas Neues bringt sie nicht hervor. Die künstliche Zuchtwahl im Stall, im Garten oder auf dem Acker wirkt in beiden Weisen; in der freien Natur, bei der natürlichen Zuchtwahl, wird nur der erste Prozeß, die Auswahl unter den Mutanten, eine wesentliche Rolle spielen. Erhalten bleiben nur jene Mutanten, deren neue Eigenschaft nützlich ist; das indifferente Merkmal wird, das Schädliche muß dem Nützlichen weichen.

Ist nun die Entstehung immer neuer Mutanten und die Auslese unter ihnen durch die Zuchtwahl der einzige Weg, auf dem die Artbildung erfolgt? Immer mehr hat sich in der letzten Zeit die Überzeugung Bahn gebrochen, daß auch hier verschiedene Wege zum Ziel führen. Schon DARWIN war, im Gegensatz zu WALLACE, und zu vielen seiner Anhänger, geneigt, auch noch andere Ursachen zuzugeben, NÄGELI hatte konsequent mit zwei Faktoren operirt, und heutzutage haben sich GÖBEL, PFEFFER, v. WETTSTEIN und andere bestimmt für das Zusammenwirken verschiedener Ursachen ausgesprochen.

Einen zweiten solchen Faktor hatte bekanntlich schon lange vor DARWIN LAMARCK herbeigezogen: die direkte Wirkung der äußeren Einflüsse, einschließlich der besonders betonten Wirkung von Gebrauch und Nichtgebrauch.

Ich will an ein bestimmtes Beispiel anknüpfen.¹⁾ Wenn wir die Flora unserer Alpen mit der des Tieflandes vergleichen, so finden wir beide zusammengesetzt aus Sippen, die vielfach stammverwandt sind, aber verschiedene Tracht und verschiedenen Bau besitzen, die beide aufs deutlichste mit den klimatischen Unterschieden zwischen Alpen und Tiefland zusammenhängen. Der trockeneren Luft der Alpen entspricht ein stärkerer Schutz gegen übermäßige Wasserabgabe, sei es durch ein dichteres Wollkleid, sei es durch eine dickere Kutikula; mit derselben Ursache und der größeren Schneelast des alpinen Winters korrespondirt der niedrige, rosettenbildende Wuchs etc., kurz, die Alpenpflanzen sind an ihr Klima angepaßt, wie die Ebenenpflanzen an das ihre, und die systematische Verwandtschaft beider zeigt, daß die einen aus den anderen hervorgegangen sein müssen.

Denken wir uns z. B. eine Ebenenpflanze in die Alpen versetzt, so stehen zwei Wege offen, auf denen sie sich den neuen Bedingungen anpassen kann: die natürliche Zuchtwahl kann unter zahlreichen Mutanten eine zufällig

¹⁾ Über Anpassungsmerkmale vgl. z. B. K. GÖBEL, Über Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen bei Pflanzen. Festschr., München 1898.

gerade passende auslesen und durch sie die Stammform verdrängen; oder die äußeren Einflüsse, speziell die klimatischen, wirken direkt als Reiz auf die Pflanze, die durch die zweckentsprechende Reaktion: Anlegung eines dichterem Haarkleides, Zusammenziehung des beblätterten Stengels in Rosettenform usw., antwortet. An und für sich muß der erste Erklärungsversuch weniger einleuchtend erscheinen, schon deshalb, weil bei ihm der reine Zufall eine außerordentlich große Rolle spielt. Auch hier muß wieder das Experiment einzugreifen versuchen.

Einschlägige Untersuchungen sind in verschiedener Weise angestellt worden. So hat NÄGELI alpine Habichtskräuter in die Ebene verpflanzt und sofort gewisse, eine Annäherung an verwandte Ebenenformen bedeutende Änderungen auftreten sehen. Umgekehrt hat GASTON BONNIER, ein französischer Botaniker, Ebenenpflanzen in einen alpinen Versuchsgarten gebracht, und zwar wurden die einzelnen Stöcke geteilt, die eine Hälfte blieb zur Kontrolle in der Ebene, die andere kam in die Alpenregion. Auch hier traten sofort Änderungen ein, die eine Annäherung an die Tracht der Alpenpflanzen bedeuteten. Beispiele, aus denen die direkte Beeinflussung des anatomischen Baues durch die Herabsetzung der Ansprüche an die Wasserversorgung hervorgeht, hat neulich SCHWENDENER¹⁾ nach Angaben HOLTERMANN's mitgeteilt.

Ein direkter Einfluß des Mediums kommt also unzweifelhaft vor und ist auch von den eifrigsten Anhängern der Selektionstheorie nicht geleugnet worden.

Nun kann man sich vorstellen, diese Änderungen würden der Nachkommenschaft wenigstens z. T. erblich fixiert überliefert, zeigten sich bei ihr in einem gewissen Grade und würden verstärkt, weil der äußere Reiz aufs neue auf sie wirkt, und wieder in verstärkter Form an die folgende Generation weitergegeben, und so fort, bis ein maximaler Grad von Anpassung erreicht wäre, der schon der Korrelationen wegen nicht überschreitbar ist.

Es ist aber zunächst zweifelhaft, ob diese Reaktion auf die Außenwelt je etwas anderes ist, als eine individuelle Variation innerhalb der gegebenen Grenzen (p. 388). Es ist auch sicher, daß die Reaktionen auf äußere Einflüsse hin nur zum Teil und vielleicht nur zufällig zweckdienlicher Natur sind. Zieht man z. B. den Stengel eines Keimlings der Sonnenblume (*Helianthus annuus*) in der Längsrichtung durch ein über eine Rolle laufendes Gewicht, so verlangsamt er zunächst sein Wachstum ganz bedeutend — um 80% —, um es dann, nach etwa zwei Tagen, wieder zu steigern und sogar dann etwas schneller zu wachsen. Diese Reaktion besitzt keinen „Anpassungscharakter“; einen solchen hätten wir aber vor uns, wenn der Keimstengel mehr widerstandsfähiges, mechanisches Gewebe gebildet hätte. Dies tut er jedoch, gegenüber viel

¹⁾ S. SCHWENDENER, Über den gegenwärtigen Stand der Deszendenzlehre in der Botanik. Naturwiss. Wochenschr. N. F. II. Bd.

zitierten, älteren Angaben, nicht; die Zerreiungsfestigkeit wird durch den Reiz, der in der Inanspruchnahme durch den Längszug liegt, nicht gesteigert.

Die oben skizzierte Vorstellung LAMARCK's und seiner Nachfolger setzt aber vor allem voraus, daß die äußeren Reize, die den Organismus während seiner Entwicklung treffen, auch das Keimplasma der Fortpflanzungszellen direkt oder indirekt so beeinflussen, daß eine Abänderung, und zwar nicht eine beliebige, sondern gerade eine passende, übertragen wird. Hatte man früher eine solche Beeinflussung, die jetzt vielumstrittene Vererbung erworbener Eigenschaften, unbedenklich angenommen, so hat vor allem die Kritik WEISMANN's den Glauben an sie stark zu erschüttern vermocht. Eine sichere Entscheidung kann auch hier nur das Experiment bringen. An Versuchen fehlt es nicht; sie haben aber bis jetzt wenig brauchbares Material geliefert.

Wenn nach CIESLAR¹⁾ der Samen von Tannen, der in einer Höhe von 1600 m gereift ist, bei 200 m ausgesät, Pflanzen hervorbringt, die noch einige Zeit die Anpassungsmerkmale der bei 1600 m gewachsenen, adaptierten Eltern aufweisen, so wird man zunächst wohl an eine direkte Beeinflussung der Samen denken. Wenn aber z. B. die Nachkommen eines kräftig ernährten Individuums schon deshalb kräftiger ausfallen können, weil die Samen von der Mutterpflanze besser ausgerüstet wurden, so beruht das nicht auf Veränderungen im Keimplasma. Wenn der bei uns einjährige Flachs in Brasilien ausdauernd wird, so kann das ein durch den Klimawechsel verursachter Rückschlag auf die sicherlich ausdauernde Stammform unseres Flachses sein, und wenn unser *Symphytum officinale* in Brasilien ein Aussehen annimmt, daß auch der gewiegteste Botaniker es nicht gleich erkennt, so wissen wir hier wie in den anderen Fällen über die Erblichkeit der neuen Form noch gar nichts. Und gesetzt den Fall, es tritt kein Rückschlag ein, die neue Form bleibt, in die alten Verhältnisse zurückversetzt, konstant, so braucht es noch eine genaue Prüfung, ob es sich nicht um eine Mutation handelt.

Die besten Resultate haben noch verschiedene Mikroorganismen, Bakterien und Hefen, gegeben. Hier kann unter günstigen Bedingungen (z. B. bei *Microspira Comma*) die eine Generation schon nach 20 Minuten von der folgenden abgelöst werden, und der Zeitraum eines Jahres, in dem wir in unseren Breiten höchstens eine Generation höherer Pflanzen ziehen können, genügt, um 26 000 Generationen sich ablösen zu lassen. Hier erscheint es möglich, in der Spanne Zeit, die uns zur Verfügung steht, eher zu einem gewissen Resultat zu kommen. So ist es auch gelungen, aus dem winzigen *Micrococcus prodigiosus*, der durch den purpurnen Farbstoff charak-

¹⁾ Die Literatur findet sich bei v. WETTSTEIN in verschiedenen Arbeiten zusammengestellt, z. B.: ber direkte Anpassung, Vortrag, geh. in d. feierl. Sitzg. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 28. Mai 1902.

terisiert ist, den er produziert,¹⁾ durch bestimmte Einwirkungen (erhöhte Temperatur) eine farblose Modifikation zu ziehen, die farblos bleibt, solange sie unter diesen bestimmten Bedingungen gehalten wird, und unter den alten Verhältnissen erst nach einiger Zeit zur Farbstoffbildung zurückkehrt, und zwar um so später, je länger die Einwirkung der ungewohnten Verhältnisse gedauert hatte. Ein Schritt weiter, und der neue Zustand ist wirklich fixiert, wie das für den Verlust der Fähigkeit, Sporen zu bilden, bei manchen Spalt- und Sproßpilzen tatsächlich angegeben wird.

Es scheint mir nun freilich nicht ausgeschlossen, daß eine derartige Abänderung als Mutante aufgetreten ist und die Stammform verdrängt hat. Auch ist schon von mehreren Seiten hervorgehoben worden, daß gar keine Anpassung, d. h. keine „der Erhaltung des Lebens und der Nachkommenschaft dienliche“ Abänderung vorliegt, wenn eine Bakterienart die Fähigkeit zur Sporenbildung oder zur Farbstoffproduktion verliert. Es handelt sich um eine Hemmungserscheinung, um den Verlust einer Eigenschaft, eine „regressive“ Abänderung; es wird nichts Neues geschaffen, und verschiedene schädliche Einflüsse können denselben Erfolg haben: dies schließt schon aus, daß das neue Merkmal eine Anpassung darstellt. Eine Reaktion auf die Außenwelt bleibt der Veränderungsprozeß deswegen natürlich immer noch.

Wir müssen also unsere Zustimmung zu den Lamarckistischen Prinzipien von dem Nachweis der Vererbung erworbener Eigenschaften abhängig machen, und werden, weil diese noch nicht unanfechtbar feststeht, über die Rolle dieser Prinzipien bei der Artbildung kein abschließendes Urteil abgeben können.

Das Charakteristische der Umbildungen durch äußere Einflüsse, gegenüber den Mutationen, würde also in einem äußeren Reiz als ihrer direkten Ursache, in ihrer bestimmt eingehaltenen Richtung und darin liegen, daß nicht einzelne Individuen betroffen werden, sondern die ganze „Population“ eines Standortes, wenn auch vielleicht nicht alle Individuen gleich intensiv. Hier kann dann die Fremdbestäubung keinen wesentlichen hemmenden Einfluß mehr ausüben, weil jedes einzelne Individuum den gleichen Weg geht, und die Mitwirkung der Zuchtwahl ist für den Fortschritt bedeutungslos, weil von vornherein nur Existenzfähiges entsteht. Für die Mutationen ist dagegen gerade das gemeinschaftliche Entstehen einer oder mehrerer Mutanten unter der Population der Stammform charakteristisch.

Eine dritte Ursache der Artbildung ist die Bastardirung.²⁾ Zweifellos können manche, sicher auf diesem Wege entstandene Sippen sich so ver-

¹⁾ Er ruft die „blutenden“ Hostien, das „blutende Brot“ und ähnliche Wunder hervor.

²⁾ Ihr hat besonders A. KERNER eine hervorragende Rolle zuerteilt. Vgl. z. B.: Können aus Bastarden Arten werden? (Österr. bot. Zeitschr. XXI. 1871, S. 34).

halten, vor allem in solchen Mengen vorkommen, wie auf andere Weise gebildete Sippen. Bei der Bastardirung entsteht jedoch nichts wesentlich Neues, es werden, wie wir jetzt wissen, günstigstenfalls nur neue, dauernde Kombinationen bereits gegebener Merkmale geschaffen. Sie ist, wie NÄGELI sich ausdrückte, nur ein Mittel zur Vermehrung der Formen, und so verliert sie hier, wo wir die Entstehung des wirklich Neuen betrachten wollen, ihr Interesse.

Haben wir nun alle Faktoren in Rechnung gezogen, die bei der Artbildung eine Rolle spielen?

Solange man noch versuchte, die Zuchtwahl unter den individuellen Varianten bei Summierung schwacher Abweichungen als alleinigen Faktor hinzustellen, gab die Existenz von Merkmalen, die für den Kampf ums Dasein nutzlos sind, einen äußerst wichtigen Einwand ab. Und dieselbe Bedeutung besitzt sie auch jetzt noch gegenüber allen Versuchen, die LAMARCKISTISCHEN Prinzipien der direkten Anpassung und der Wirkung von Gebrauch und Nichtgebrauch einseitig hervorzuheben.

Es gibt außerordentlich viele derartige Merkmale; gerade sie sind für Systematik besonders wichtig; auf ihnen beruht vorwiegend die Unterscheidung der größten und großen Äste des Stammbaumes. Auf botanischem Gebiete, wo die Verhältnisse, entsprechend der einfacheren Organisation, besonders durchsichtig sind, hat dies NÄGELI scharf betont. Mit ihm können wir z. B. auf den Aufbau des Vegetationskörpers durch die gesetzmäßigen Teilungen einer Scheitelzelle und ihrer Segmente in verschiedenen Algengruppen als Beispiele solcher nutzloser Merkmale hinweisen.

Durch Zuchtwahl unter Varianten können solche Merkmale nicht entstanden sein, denn diese kann nur nützliche Abänderungen erhalten.²⁾ Ebenso wenig können sie als Reaktionen auf äußere Reize entstanden sein, denn gerade darin, daß sie keine Anpassungserscheinungen sind, liegt ja ihre Bedeutung für die Systematik. Nun hat man freilich, um die Zuchtwahltheorie zu retten, angenommen, daß diese Merkmale in Wirklichkeit doch dem Organismus nützlich seien, wir würden den Nutzen nur nicht erkennen¹⁾,

¹⁾ DARWIN hat einen Teil dieser im Kampf ums Dasein unnützen Merkmale durch die Annahme einer geschlechtlichen Zuchtwahl zu erklären versucht. Wir brauchen auf sie nicht näher einzugehen, da sie, mit psychischen Qualitäten arbeitend, auf Pflanzen doch nicht anwendbar ist.

²⁾ Man hat auch angenommen, daß solche, heutzutage nutzlos erscheinende Merkmale früher einmal nützlich gewesen seien. Diese Flucht zu den unkontrollierbaren Verhältnissen der Vergangenheit scheint mir jedoch nicht sehr glücklich zu sein. Die Annahme operiert mit der logischen Konsequenz des Deszendenzgedankens, daß nämlich die jetzigen Ordnungen, Familien etc. einmal Arten- und Varietätenrang besessen haben müssen, daß die Merkmale der großen Verwandtschaftskreise also einmal kleine und kleinste geschieden haben müssen. Der weitere Schluß erschiene aber nur dann berechtigt, wenn die engeren und engsten systematischen Verwandtschaftskreise (Arten, Elementar-

zum Teil hat man sich auch damit geholfen, daß man sie als Korrelationserscheinungen wirklich nützlicher Merkmale erklärt hat. Beides mag für eine Anzahl Fälle zugegeben werden; die Hauptsache bleibt, daß die Wirksamkeit einer Selektion unter individuellen Varianten in dem früher angenommenen Sinne sich nicht mehr wird behaupten lassen.

Wenn aber die sofort erblich fixierten Mutanten das Material für die Artbildung liefern, kann man sich gut vorstellen, daß neben nützlichen auch indifferente Merkmale im Kampf ums Dasein erhalten bleiben können, sobald das Individuum, das sie besitzt, durch andere Kampfmittel konkurrenzfähig bleibt.

Eine andere Frage ist es, ob die Mutationen richtungslos geschehen, wie DE VRIES annimmt, oder ob sie in einer bestimmten Richtung aufeinander folgen können. Beide Wege können schließlich zum gleichen Ziele führen, der zweite, direkte ist nur ungleich viel kürzer als der erste, wo alles dem Zufall überlassen ist, wie man rascher drei Würfel mit der gleichen Zahl nach oben nebeneinander legt, als durch wiederholtes Werfen schließlich bei jedem die gleiche Zahl nach oben bringt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Mutationen gleichzeitig in verschiedenen Richtungen erfolgen können. Es lassen sich aber auch eine Anzahl Beobachtungen angeben, die für die Existenz bestimmt gerichteter Mutationen prechen. So die merkwürdige Tatsache, daß mehrfach dieselben Eigenschaften nachträglich in Entwicklungsreihen aufgetreten sein müssen, die einen gemeinsamen Ursprung haben, die also beim Zerfall der gemeinsamen Stammform schon die bestimmten „Entwicklungstendenzen“ (GIESENHAGEN¹) mitbekommen haben. Auch die Tatsache, daß durchaus nicht alle denkbaren Abänderungen entstehen, gehört hierher; trotz aller Mühe hat noch kein Gärtner eine himmelblaue Rose oder Nelke zustande gebracht. Vor allem sei aber an die bereits erwähnten Beobachtungen BEIJERINCKs erinnert, nach denen „Subvarianten“ die einzelnen Schritte auf einer Bahn bezeichnen, auf der eine wirkliche „Variante“ erreicht wird.

Man hat gegen die Annahme einer Entwicklung in bestimmter Richtung eingewendet, daß wir den internen Mechanismus, der das Festhalten dieser Richtung bei den aufeinander folgenden Abänderungen des Keimplasmas bedingt, nicht verstehen können. Aber haben wir denn einen Einblick in das Zustandekommen irgend einer erblichen Veränderung? Günstigstenfalls können wir den Reiz präzisieren, der ihr Sichtbarwerden bewirkt. Solange wir nicht wissen, wie eine Mutation zustande kommt, solange können wir

arten etc.) sich nur durch nützliche (also Anpassungs-) Merkmale unterscheiden würden. Das ist jedoch nicht der Fall, im Gegenteil: die kleinen Arten von *Draba verna*, von *Oenothera Lamarckiana* zeigen keine deutlich auf Anpassung zurückführbaren Differenzen.

¹) K. GIESENHAGEN, Die Entwicklungsreihen der parasitischen Exoascen. Flora, Ergänzungsbd., 1895.

auch nicht die Möglichkeit leugnen, daß dabei eine bestimmte Richtung festgehalten wird. Jedenfalls hat man mit Unrecht darin etwas Mystisches gefunden. Dieses oft angewandte Schlagwort, das EIMER für die im Grunde mit seinen eigenen, aber später entwickelten Vorstellungen identischen Anschauungen NÄGELI's geprägt hat, kann gerade auf diese am wenigsten angewandt werden.

NÄGELI hat, auf den von ihm entwickelten Vorstellungen von dem Bau und dem Wachstum der organischen Substanz fußend, einen Bau und ein Wachstum des Keimplasmas angenommen, die es nach physikalischen und chemischen Gesetzen, und nur nach solchen, immer komplizierter machen und so auch die Komplikation und damit die Organisationshöhe des Organismus steigern, ohne Rücksicht darauf, ob so ein Nutzen oder ein Schaden erreicht wird. So entstehen die Auszweigungen des Stammbaumes, der vom Kampf ums Dasein immer und immer wieder aus- und zurückgeschnitten wird, während die Anpassungen nebenher, durch den direkten und indirekten Einfluß der Außenwelt, entstehen sollen. (Eine ähnliche Anschauung, in der nur der Kampf ums Dasein noch keine Rolle spielt, hat schon LAMARCK entwickelt, der den Fortschritt im großen durch die „force de la vie“ — rein physikalisch und chemisch gedacht — zustande kommen ließ.) Es ist eine Frage für sich, ob diese Anschauungen auch dem heutigen Stande unserer Kenntnisse noch entsprechen, etwas Mystisches liegt aber darin nicht.¹⁾ Ein weiteres Eingehen auf die Frage nach der Entwicklung in bestimmter Richtung können wir uns hier ersparen. Es bleibt abzuwarten, wie bald und wie weit das Experiment uns auch hier über Vermutungen hinausführen wird.

Zum Schlusse können wir den gegenwärtigen Stand der Frage nach den auf unserem botanischen Gebiet vorliegenden Resultaten etwa so präzisieren:

Die individuellen, durch die GALTON'schen Kurven darstellbaren Varianten sind wahrscheinlich gar nicht erblich. Dagegen sind die Mutanten, die, soviel wir jetzt wissen, einzeln, oft als deutliche Sprünge, auftreten, sofort erblich konstant.²⁾

Die Zuchtwahl, die künstliche sowohl wie die natürliche, hat, auf die individuellen Varianten angewandt, jedenfalls keinen bleibenden Erfolg, wahrscheinlich gar keinen.³⁾ Auf die Mutationen angewandt,

¹⁾ Es ist nach DARWIN's Entstehung der Arten und vor DE VRIES' Mutationstheorie kaum ein Buch über die Deszendenztheorie entstanden, das auf so viel eigene Beobachtungen im Freien und Kulturversuchen basirt wäre, wie das NÄGELIS.

²⁾ Schon NÄGELI hat den Unterschied zwischen den „innerhalb der ontogenetischen Elastizitätsgrenze bleibenden“, individuellen Verschiedenheiten und den erblichen Abänderungen scharf hervorgehoben, z. B. bei Besprechung des bekannten Zuchtwahl-Paradigma, des langen Halses der Giraffe.

³⁾ Daß eine unendlich oft wiederholte Selektion, wie sie die natürliche Zuchtwahl ausüben könnte, mehr erreichen kann, ist eine Annahme, die sich exakt weder beweisen noch widerlegen läßt.

liest sie nur unter den schon vollkommen erblich fixierten Abänderungen die für die Existenz der Sippe nützlichen aus und kann so einen Teil der Anpassungen vermitteln.

Die natürliche Zuchtwahl jätet nur, sie hat unzählige Formen beseitigt, und so Lücken geschaffen, aber nichts Neues hervorgebracht. Wenn von Anfang des Lebens auf unserer Erde an sich alle Nachkommen jedes Individuums entwickelt hätten und zur Fortpflanzung gekommen wären, wenn also der Kampf ums Dasein völlig ausgeschaltet worden wäre, so hätten die verschiedenen Pflanzenstämme doch dieselbe Organisationshöhe erreichen können, die wir jetzt finden.

Die Mutationen erfolgen teils richtungslos, teils in bestimmter Richtung; auf den letzteren beruht im wesentlichen der Fortschritt in den großen Ästen des Stammbaumes der Organismen. Daneben entstehen wahrscheinlich die Anpassungsmerkmale, direkt und indirekt, als Reaktionen auf den Reiz der Außenwelt.

Die Bastardbildung ist nur ein untergeordneter, komplizierender Faktor.

Die Seltenheit jener Mutationen, die als auffällige Sprünge auftreten, lassen sie als ein für die Artbildung wenig brauchbares Material erscheinen, sie sind aber das einzige experimentell sichergestellte.

Individuelle Variationen und Mutationen sind also grundverschiedene Dinge. Selbstverständlich hat die Theorie der natürlichen Zuchtwahl stets nur mit erblichen Veränderungen rechnen können und gerechnet. Der Fortschritt, der durch die neuesten Untersuchungen erreicht wurde, liegt darin, daß eine ganze Kategorie von Abänderungen, gerade die stets und in größeren Zahlen vorhandenen, eben die individuellen Variationen, als nur teilweise und beschränkt erblich (DE VRIES), oder überhaupt gar nicht erblich (JOHANNSEN) nachgewiesen wurden.¹⁾

Die niedrigste systematische Einheit ist weder die Art, auch nicht die elementare, noch das einzelne Individuum, sondern die Linie, d. h. ein bestimmtes Keimplasma, das sich immer wieder, in vielen oder wenigen Individuen, dasselbe Kleid webt, solange es sich nicht durch eine Mutation, oder vielleicht durch Anpassung, geändert hat. Die äußeren Einflüsse aber modifizieren nur dies Kleid, sie bedingen die individuellen Variationen.

¹⁾ Wie weit das auf botanischem Boden Ermittelte auf zoologischen übertragen werden kann, soll hier nicht erörtert werden; es sei nur darauf hingewiesen, daß einerseits unzweifelhaft auch hier Mutationen vorkommen, und daß andererseits durch die Geschlechtertrennung und die damit notwendig verbundene Kreuzung die experimentellen Untersuchungen sehr schwierig sind. Eine Arbeit wie die JOHANNSEN's oder DE VRIES' ist hier einfach unmöglich.

17. Experimentelle Untersuchungen über die Gynodioecie.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 22, H. 8, S. 506—517. 1904.

(Eingegangen am 22. Oktober 1904.)

Gynodiöcisch nennt man seit CH. DARWIN's einschneidenden Untersuchungen¹⁾ jene Pflanzenarten, die aus Individuen mit Zwitterblüten und Individuen mit weiblichen Blüten bestehen, gegenüber den gynomonöcischen Arten, bei denen Zwitterblüten und weibliche Blüten auf demselben Individuum vorkommen. Diese und ähnliche Sexualverhältnisse sind seitdem im Freien vielfach untersucht worden²⁾, auch statistisch, am genauesten durch A. SCHULZ³⁾ manche Probleme, die nur durch Kulturversuche gelöst werden können, sind jedoch kaum in Angriff genommen⁴⁾. So beschränkt sich z. B. das, was wir von der Vererbung der verschiedenen Formen wissen, auf die Angabe DARWIN's, dass die Samen der weiblichen Form von *Thymus Serpyllum* eine Menge von Individuen beider Formen hervorgebracht haben⁵⁾, und eine Beobachtung WILLIS', dass die Nachkommen zwitteriger Pflanzen des *Origanum vulgare* fast ausschliesslich zwitterig gewesen: von 322 Stengeln — die Pflanzen konnten nicht gezählt werden — waren nur 11 weiblich⁶⁾.

Die Versuche, über die im Folgenden kurz berichtet werden soll, waren lange vorbereitet und sind jetzt drei Jahre durchgeführt worden; ihr Hauptzweck war die Lösung des schon oben angedeuteten Vererbungsproblems.

¹⁾ CH. DARWIN, Different Forms of Flowers, S. 298 u. f. (1877).

²⁾ Die Literatur ist in den hübschen Büchern E. LÖW's: Blütenbiologische Floristik (1894) und Einführung in die Blütenbiologie (1895) zusammengestellt, sowie in KNUTH's Handbuch der Blütenbiologie.

³⁾ A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. I. Bibliotheca botanica, Heft 10 (1888), und II. ibid., Heft 17 (1900).

⁴⁾ Einen Anlauf dazu hat J. C. WILLIS gemacht: I. On Gynodioecism in the Labiatae, Proceed. of the Cambridge Philos. Soc. Vol. VII, Pt. VI, p. 349—352; II. Gynodioecism in the Labiatae, ibid. Vol. VIII, Pt. I, p. 17—20; III. On Gynodioecism (third paper), with a preliminary note upon the origin of this and similar phenomena, ibid. Vol. III, Pt. III, p. 129—133 (Nov. 1893). — Die in Aussicht gestellte ausführliche Arbeit ist meines Wissens nicht erschienen.

⁵⁾ l. c., S. 301. ⁶⁾ WILLIS, II, p. 18.

Sie sind vom Abschluss noch weit entfernt. Da sich aber in der letzten Zeit die Aufmerksamkeit auch diesen Fragen allmählich zuzuwenden scheint, und meine Resultate schon eine Gesetzmässigkeit klar erkennen lassen, scheint mir ein vorläufiger Bericht angebracht zu sein. Natürlich führe ich die Versuche — mit den hier bereits erwähnten und anderen Objekten — weiter.

Die Versuche mit *Silene inflata* sind mir durch das später angegebene Versehen beim Auspflanzen etwas verdorben worden. Über *Erodium cicutarium* liegen zurzeit erst wenig Beobachtungen vor. So stelle ich die bei *Satureja hortensis* gemachten voran¹⁾.

I. *Satureja hortensis*.

Was wir von der Gynodiöcie dieser Pflanzen wissen, verdanken wir im wesentlichen CH. DARWIN²⁾. Seine Ergebnisse waren etwa folgende: Von 11 Sämlingen waren 10 weiblich und 1 zwitterig. Der Pollen dieser Zwitterpflanze befruchtete, durch Hummeln und Bienen transportiert, die übrigen Pflanzen gut. Die schönste weibliche Pflanze gab 78 grains Früchte, die etwas grössere zwitterige nur 33,2 grains, also nur 43 pCt. — A. SCHULZ³⁾ gibt nach Zählungen in einigen Gärten bei Halle nur 15 bis 20 pCt. weiblicher Pflanzen an.

Nach meinen Beobachtungen ist *Satureja hortensis* sehr vielförmig. Es gilt das nicht bloss für die vegetativen Organe — man kann nach der Gesamthöhe, der Blattbreite, dem Anthocyangehalt usw. Sippen unterscheiden, deren Konstanz zum Teil feststeht — sondern auch für die Blütenmerkmale und die Geschlechtsverhältnisse. So erwies sich in diesen letzteren die im botanischen Garten zu Leipzig kultivierte Sippe merklich verschieden von der, die ich von HAAGE & SCHMIDT bezog. Das ist bei der Beurteilung der Resultate anderer natürlich zu berücksichtigen; abweichende Angaben brauchen nicht falsch zu sein.

Die zahlreichen *gynomonöcischen* Exemplare, die ich für unsere Art nur bei WILLIS angegeben fand, die aber, vor allem durch SCHULZ, für viele andere gynodiöcische Pflanzen bekannt sind, wurden einstweilen, vom physiologischen Standpunkt aus, zu den zwitterigen gerechnet, da sie als Pollenlieferanten zu betrachten sind. Um sie von den zwitterigen und den weiblichen genau zu trennen, hätten die Stöcke nicht einmal, sondern wiederholt untersucht werden müssen, weil die oft sehr in der Minderzahl vorhandenen abweichenden Blüten ja nicht täglich vertreten zu sein brauchen. Die Zahlen

¹⁾ Ursprünglich wurde auch mit *Salvia pratensis* experimentiert; verschiedene Missstände liessen dies Objekt bald in den Hintergrund treten. Die Gattung ist inzwischen von anderer Seite tabu erklärt worden.

²⁾ l. c., S. 303. ³⁾ l. c. II, S. 196.

für die zwitterigen und gynomonöcischen Exemplare sind deshalb bei den folgenden Zählungen stets Minima, die für die rein weiblichen Maxima.

A. *Satureja hortensis*. Sippe des Botanischen Gartens zu Leipzig.

1903 standen auf zwei Beeten 897 Pflanzen. Sie wurden im August und September 1903 gezählt; es waren:

Zwitterig und gynomonöcisch 180 Exemplare
 Weiblich 717 „

Es trugen also fast genau 20 pCt. der Exemplare (nur oder überwiegend oder einzeln) zwitterige Blüten, 80 pCt. nur weibliche Blüten. Dies Ergebnis stimmt mit DARWIN's Befund (zehn weibliche Pflanzen und eine zwitterige) besser überein als mit jenem SCHULZ's, der so genau entgegengesetzt ist, dass vielleicht ein Schreibfehler unterlief.

Es wurden immer ohne Wahl 25 Exemplare ausgezogen und dann untersucht; die Zahlen der Zwitter waren:

Tabelle 1¹⁾.

Zwitter												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—
—	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
—	2	3	3	—	3	3	—	—	—	—	—	—
—	—	4	4	—	4	4	—	—	—	—	—	—
—	—	5	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—
—	—	6	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—

Die fettgedruckten Zahlen wurden zwischen dem 30. Juli und 6. August, die mageren zwischen dem 7. August und 8. September ermittelt. Die Form der Kurve spricht dafür, dass entweder die untersuchte Population aus zwei verschiedenen Sippen bestand, oder äussere Einflüsse nicht wirkungslos blieben. Da keinerlei Auswahl bewusst getroffen wurde, spricht das ungleiche Verhalten der beiden Abschnitte (30. Juli bis 6. August und 7. August bis 8. September) für die zweite Möglichkeit. Weitere Versuche werden hier entscheiden können²⁾.

Die Pflanzen waren von ausserordentlich verschiedener Grösse; die weiblichen schienen unter den kleinsten wie den grössten vertreten zu sein. Wägungen, die ich mit der Mehrzahl der gezählten Pflanzen anstellte, lehrten

¹⁾ In dieser auch ohne Kommentar leicht verständlichen, eine Kurvenfigur ersetzenden Anordnung der Ergebnisse folge ich A. WEISSE (Jahrb. für wiss. Botan. Bd. XXXIX. S. 290).

²⁾ Nach den von A. SCHULZ statistisch bekämpften Angaben F. LUDWIG's sollen gerade umgekehrt bei verschiedenen gynodiöcischen Labiaten die weiblichen Stöcke zu Beginn der Blütezeit zahlreicher sein, als gegen deren Schluss. (Zeitschr. für die gesamte Naturw. 1879, Bd. IV, Reihe III, S. 448).

aber, dass im Durchschnitt die zwitterigen Pflanzen schwerer waren; sie wogen fast das Doppelte¹⁾.

Tabelle 2.

D a t u m	Zwitterige (und gynomo- nöcische) Pflanzen		Weibliche Pflanzen	
	Zahl	Gewicht in g	Zahl	Gewicht in g
30. Juli	42	100,0	83	164,5
1. August	25	50,8	75	178,5
2. August	22	44,0	78	176,0
6. August	17	30,3	83	94,5
6. August	21	18,5	79	69,5
10. August	16	45,7	84	80,5
14. August	4	2,7	46	23,5
25. August	14	159,8	20	419,3
Pro Pflanze	161	451,8	548	806,3
		2,8		1,48

Nach DARWIN'S Ermittlung an je einem Exemplar ist, wie wir schon sahen, die zwitterige Pflanze nicht halb so fruchtbar als die weibliche. Meine Beobachtungen an einer grossen Zahl von Pflanzen lehren das Gegenteil; nach ihnen tragen die zwitterigen fast doppelt so viel Körner²⁾ als die weiblichen, nämlich für jedes Gramm Frischgewicht 1,87 statt 0,99 Körner.

Es wurden 89 zwitterige und 236 weibliche Pflanzen nach dem Wiegen zusammengebunden und die Büschel auf Papierbogen gelegt. Zuerst täglich, dann in grösseren Zwischenräumen wurde geschüttelt und die tauglichen Körner — es gab ziemlich viel taube — gezählt³⁾.

	Zwitterige Pflanzen	Weibliche Pflanzen
Es ergaben sich so vom 3. August bis zum 5. September	364 Körner	515 Körner
Die Zahl der Pflanzen betrug	89 Stück	236 Stück
Daraus berechnet sich pro Pflanze	4,01 Körner	2,36 Körner
Die Pflanzen wogen frisch	194,8 g	519,0 g
Daraus berechnen sich für 1 g Frischgewicht	1,87 Körner	0,88 Körner

¹⁾ Schon DARWIN hatte seine eine zwitterige Pflanze „rather larger“ gefunden. — Meine Zahlen sind vielleicht noch zu klein: die Wägungen vom 30. Juli und 1. und 2. August zusammengenommen geben für Zwitter und weibliche Pflanzen z. B. das gleiche Durchschnittsgewicht: 2,2 g.

²⁾ „Korn“ nenne ich im Folgenden jede der vier einsamigen Klausen, in die die Frucht bei der Reife zerfällt.

³⁾ Es wurde leider versäumt, die Körner zu wiegen: nach den Beobachtungen ERRERA'S und GEVAERT'S (Bull. Soc. bot. de Belgique 1878, p. 154) an *Thymus* und *Plantago* wäre aber dabei kaum etwas herausgekommen.

Die Aufstellung zeigt auch, dass das Ergebnis annähernd das gleiche bleibt, wenn man die Kornzahl für das Individuum, statt für das Gramm Frischgewicht, berechnet¹⁾.

Im August war eine Anzahl sicher zwitteriger und sicher weiblicher Stöcke markiert worden; sie wurden im September sorgfältig getrennt geerntet. Die Früchtchen der Zwitter konnten durch Selbstbestäubung oder Fremdbestäubung entstanden sein, die der weiblichen Pflanzen natürlich nur durch den Pollen der Zwitter. Die Samen wurden 1904 auf zwei etwa 2 m entfernte Beete ausgesät; der Boden war *Satureja*-rein. Die Beete wurden von Anfang bis Mitte September nach und nach untersucht. Auf das Ergebnis mag der abnorm trockene und heisse Sommer (und auch der späte Termin der Untersuchung) Einfluss gehabt haben.

Es waren dreierlei Blütenformen zu unterscheiden: ausser Zwitterblüten und weiblichen Blüten mit ihren sehr verschieden weit ausgebildeten Antherenrudimenten gab es noch zahlreiche Blüten, in denen die Antheren von fast normaler Grösse waren und vollkommen ausgebildete Pollenkörner enthielten, aber nicht aufsprangen, sondern sich verfärbten und verschrumpften. Derartige Blüten waren mir im vorhergehenden Jahre nicht aufgefallen; sie waren mit den Zwitterblüten durch viele Zwischenstufen, bei denen einzelne Antheren oder gar nur einzelne Theken normal entwickelt waren, verbunden und waren zweifellos der Anlage nach Zwitterblüten, in denen erst zu allerletzt, vielleicht infolge der Hitze und Trockenheit, die Entwicklung der Antheren stockte²⁾.

Nach der Verteilung dieser dreierlei Blüten auf die Stöcke konnten ebenfalls dreierlei Individuen unterschieden werden:

- I. Klasse: Mit normalen Zwitterblüten, Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weiblichen Blüten.
- II. Klasse: Mit Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weiblichen Blüten.
- III. Klasse: Nur mit weiblichen Blüten.

Nur normale Zwitterblüten tragende Individuen kamen diesmal gar nicht zur Beobachtung.

Beet 1, das die 353 Nachkommen der zwitterigen Pflanzen trug, gab folgende Zahlen (Tab. 3):

¹⁾ Es kommt das daher, dass hier zufällig das Durchschnittsgewicht in beiden Individuenklassen das gleiche (2,2 g) war; im allgemeinen steht der grösseren Fruchtbarkeit der weiblichen Pflanze ihre geringere Grösse gegenüber.

²⁾ Ähnliches sah schon WILLIS bei seinem *Origanum vulgare*. Ich habe die Tauglichkeit des Gynäceums leider nicht direkt geprüft, aber keinen Grund, an ihr zu zweifeln.

Tabelle 3.

Individuum	Klasse I.	Klasse II.	Klasse III.
1—100 . .	27	34	39
101—200 . .	30	29	41
201—300 . .	29	34	37
301—353 . .	11	15	17
1—353 . .	107	112	134

Tabelle 4.

Individuum	Klasse I.	Klasse II.	Klasse III.
1—100 . .	1	2	97
101—200 . .	—	—	100
201—300 . .	—	1	99
301—334 . .	—	—	34
1—334 . .	1	3	330

Auch hier ist zu bedenken, dass die Zahlen für Klasse I und II Minima, für Klasse III dagegen Maxima sind (S. 401).

Beet 2, das die 334 Nachkommen der weiblichen Pflanzen trug, gab folgende Zahlen (Tab. 4, s. oben):

Der Unterschied ist auffällig genug: Die Nachkommenschaft der weiblichen Pflanzen besteht wiederum, fast ausschliesslich, aus weiblichen Pflanzen, die Nachkommenschaft der zwitterigen (und gynomonoecischen) dagegen mindestens zu $\frac{1}{3}$ oder, da man die Klasse II zur Klasse I rechnen kann, zu $\frac{2}{3}$ aus Zwittern; nur $\frac{1}{3}$ der Pflanzen ist weiblich.

Tabelle 5.

	Klasse I.	Klasse II.	Klasse III.
Zahl der Pflanzen	107	110	133
Gesamtgewicht	1683 g	849 g	268 g
Durchschnittsgewicht einer Pflanze.	15,7 g	7,7 g	2,0 g

Es wurde auch hier wieder das Gewicht der verschiedenen Nachkommen der Zwitterpflanzen (Beet 1) bestimmt. Gewogen wurden aber nur 350 Individuen.

Auch hier ist also der Gewichtsunterschied zwischen den verschiedenen Klassen sehr auffällig, auffälliger als bei Tabelle II; auch ist das Durchschnittsgewicht viel grösser.

B. *Satureja hortensis*, Sippe von HAAGE & SCHMIDT.

Diese Sippe besitzt offenbar noch weniger Zwitterpflanzen als die bisher behandelte. Unter den ersten 150 durchgesehenen Individuen fand ich 1903 nur eines mit Zwitterblüten, später — Ende September — unter 300 nicht eins. Da die Pflanzen trotzdem etwas ansetzten, dachte ich zuerst an Parthenogenesis, für die sich aber bei exakten Versuchen keine Beweise fanden; was fruchtete, musste von dem Pollen der jedenfalls sehr seltenen zwitterigen Blüten befruchtet worden sein.

Von solchen Samen wurden 1904 75 Keimpflanzen zu 4 in grosse Töpfe gepflanzt und unter verschiedenen Bedingungen gezogen; ich fand aber bei wiederholter Kontrolle auch nicht eine Zwitterblüte, die Stöcke waren stets rein weiblich.

II. Silene inflata.

Diese oft auf ihre Geschlechtsverhältnisse untersuchte Pflanze kommt nach den gründlichen Beobachtungen A. SCHULZ's in fünf Geschlechtsformen vor, deren Zahlenverhältnis aber nach den Gegenden sehr wechselt: männlich, andromonöcisch, zwitterig, gynomonöcisch und weiblich. Die zwitterige und die weibliche Form sind am häufigsten und am längsten bekannt; mit ihnen wurden die nachfolgenden Versuche angestellt.

Zur Verwendung kamen 6 Exemplare, im Folgenden mit römischen Ziffern bezeichnet: Ein weibliches (I) und ein zwitteriges (II) aus der nächsten Umgebung Tübingens, und ein zwitteriges (III) aus der Alb bei Tübingen, das sich durch dreigliederige Blattquirle auszeichnete. Diese drei gehörten, so verschieden sie sonst waren, zu den kahlen Sippen, während die letzten drei (IV, V, VI) zu einer Sippe mit stark sammethaarigen Blättern gehörten, deren Samen ich 1900 am Lukmanier gesammelt hatte.

Tabelle 6.

Nummer des Versuches	Abstammung der Pflanzen	Zahl der zwitterigen Stöcke	Zahl der weiblichen Stöcke	Gesamtzahl
A. Zwitterige Pflanzen, selbstbestäubt:				
1	II	16	1 (vielleicht gynomonöcisch)	17
2	III ¹⁾	3	—	3
B. Zwitterige Pflanzen, gekreuzt:				
3	III ¹⁾ + II	2	—	2
C. Weibliche Pflanzen, mit dem Pollen zwitteriger bestäubt:				
4 Beet a	I + II	1	17	18
Beet b	I + II	9	16	25
5	I + IV ²⁾	—	14	14
6	I + V ²⁾	3	18	21
7	I + VI ²⁾	—	eine kleine, nicht genau bestimmte Zahl weiblicher Stöcke	

Zusammengefasst:

Tabelle 7.

I. Generation	II. Generation				
	Zwitterige Individuen		Weibliche Individuen		Gesamtzahl
	Stück	pCt.	Stück	pCt.	
A. Zwitter, selbstbestäubt	19	95	1 ?	5	20
B. Zwitter, gekreuzt	2	100	—	0	2
C. Weibliche Stöcke	13	17	65	83	78

¹⁾ Je eine Pflanze hatte die dreizähligen Blattquirle geerbt.

²⁾ Die Pflanzen waren sammethaarig; haarig dominiert über kahl; die zweite Generation wird natürlich spalten.

1902 wurden mit diesem Material verschiedene Bestäubungen ausgeführt und die Samen 1903 in Töpfe gesät; beim Auspflanzen der Keimlinge ins Freie, das ohne meine Kontrolle erfolgte, wurden in der bei den Gärtnern üblichen Weise mehrfach einige Keimlinge zusammengepflanzt. Dadurch wurde die genaue Untersuchung und das Auszählen der blühenden Pflanzen so erschwert, dass die mitgeteilten Zahlen leider nur auf eine annähernde Genauigkeit Anspruch machen können. Androdiöcische und gynomonöcische Stöcke sind aus diesem und dem schon früher angegebenen Grunde einstweilen den Zwittern zugezählt worden; rein männliche kamen nicht zur sicheren Beobachtung.

Die Zwitterpflanzen haben also fast ausschliesslich wieder Zwitter, die weiblichen Pflanzen ganz überwiegend wieder weibliche gegeben.

Hier mag noch ein Versuch erwähnt werden, der das eben Ausgeführte bestätigt. 1903 wurde an einem isolierten weiblichen Stock von *Silene maritima* — ich weiss noch nicht, ob die Bezeichnung ganz richtig ist — eine Anzahl Blüten mit dem Pollen einer zwitterigen *Silene inflata* bestäubt und die Bastarde 1904 in Töpfen herangezogen. Bei der am 28. Juli vorgenommenen, sorgfältigen Revision stellte sich heraus, dass sämtliche 32 Pflanzen weiblich waren. Die Rudimente der Stamina waren zum Teil weiter entwickelt als gewöhnlich; ich fand aber nicht eine taugliche Anthere.

Beide Versuchspflanzen haben also übereinstimmend das Resultat gegeben, dass die Zwitter vorwiegend (*Satureja*) oder fast ausschliesslich (*Silene*) wieder Zwitter, die weiblichen Pflanzen ganz überwiegend (*Silene*) oder fast ausschliesslich (*Satureja*) wieder weibliche Pflanzen hervorbringen.

Die wenigen einschlägigen Beobachtungen, die ich einstweilen bei der Sippe *Erodium cicutarium* gemacht habe, weisen entschieden darauf hin, dass auch hier dieselbe Gesetzmässigkeit gilt.

Jede Geschlechtsform bringt also wieder, vorwiegend oder ausschliesslich, sich selbst hervor. Das Ergebnis gewinnt an Bedeutung dadurch, dass es an Objekten gewonnen wurde, die ganz verschiedenen Verwandtschaftskreisen angehören, so dass seine allgemeine Giltigkeit wenigstens sehr wahrscheinlich ist¹⁾. Die Klärung der Schwankungen, wie sie z. B. die weibliche Form von *Silene inflata* zeigt, das Studium der andromonöcischen und gynomonöcischen Exemplare und das der männlichen Form muss weiteren Versuchen vorbehalten bleiben, wie das des Einflusses äusserer Faktoren auf

¹⁾ Das Ergebnis des Versuches WILLIS' stimmt vortrefflich dazu; die Angaben DARWIN's über seinen sind so unbestimmt, dass sie wenig in's Gewicht fallen.

die Ausbildung des Geschlechtes gynodiöcischer Arten; die Beobachtungen bei *Satureja* lassen, wie solche WILLIS', einen solchen temporären Einfluss, wenigstens in einer Richtung — Umwandlung der Zwitterblüten in weibliche —, möglich erscheinen. Auch die theoretischen Fragen sollen hier nur durch einige Bemerkungen berührt werden.

1. Es scheint mir wenig Aussicht zu sein, die Tatsachen mit den MENDEL'schen Regeln in Einklang zu bringen; die (annähernde) Einförmigkeit der Nachkommen der weiblichen Pflanzen, die ja nicht durch ihresgleichen, sondern nur durch die Zwitter befruchtet werden können, scheint mir das ganz auszuschliessen, wie eine kurze Überlegung rasch zeigen wird.

Nehmen wir der Einfachheit zu Liebe an, wir hätten das Merkmalspaar „zwitterig-weiblich“, und die Zwitter gäben nur Zwitter, die weiblichen Pflanzen nur weibliche, so müsste „weiblich“ dominieren. Bei der Keimzellbildung der weiblichen Pflanzen müsste dann Spaltung eintreten; die Hälfte der Eizellen würde die Anlage „zwitterig“, die Hälfte die Anlage „weiblich“ erhalten. Als zweite Generation entstünden also — da es nur männliche Keimzellen mit der recessiven Anlage „zwitterig“ gibt — 50 pCt. zwitterige Stöcke, die in Zukunft nur ihresgleichen geben würden, und 50 pCt. weibliche mit beiden Anlagen, die wieder spalten würden, usf. Das widerspricht den Tatsachen und würde auch sehr rasch zum Verschwinden der weiblichen Stöcke führen. Andere Annahmen lassen sich nicht besser begründen.

Die Anlage für „weiblich“ muss also dominieren, das Merkmalspaar darf aber nicht spalten. Dann hätten wir einen Fall von „unisexueller“ Vererbung, und es hätten nach DE VRIES die Merkmale Artcharakter, die weiblichen Stöcke derselben Sippe bildeten eine andere „Art“ als die zwitterigen; ein gutes Beispiel dafür, wie weit die neue Definition des Artbegriffes von der bisher üblichen abweicht. Auch wäre die weibliche Form „progressiv“ aus der Zwitterform entstanden zu denken, während sie nach der gewöhnlichen Ansicht „retrogressiv“, durch Rückbildung der Staubgefässe, durch ein mehr oder weniger weit gehendes Latentwerden ihrer Anlage, entstanden ist.

Mir scheint es aber wie früher auch jetzt noch fraglich, ob die Sexualverhältnisse einem der für die Bastardierung gültigen Vererbungstypen untergeordnet werden können; beim männlichen und weiblichen Individuum [einer „Linie“ im Sinne JOHANNSEN's¹⁾] sind doch ausschliesslich lauter gleiche Anlagen vorhanden, und es handelt sich nur um die Förderung einiger und die Unterdrückung anderer korrelativer (nicht konjugierter) Anlagen, wenn das eine oder das andere Geschlecht entsteht.

2. Wenn wir die Gynodioecie wirklich als eine Übergangsstufe von der Zwitterigkeit zur Diöcie auffassen dürfen, so liegt die Annahme nahe, dass, entsprechend der Produktion kurz gesagt „weiblicher“ Keimzellen durch die

¹⁾ W. JOHANNSEN, Erblichkeit in Populationen und reinen Linien (1903).

weibliche Form, nach Abschluss der Umbildung die aus der zwitterigen Form entstandene männliche bloss „männliche“ hervorbringen werde. Das würde also zum Schlusse führen, dass jedes Geschlecht einer diöcischen Pflanze Keimzellen seiner eigenen Art hervorbringe, das weibliche „weibliche“, das männliche „männliche“. Die Dominanz der weiblichen müsste dann aufgehoben sein. Einer Verallgemeinerung widerspricht aber der Befund, den ich am Bastard *Bryonia alba* + *dioica* gemacht habe, und nach dem die Keimzellen (sicher einstweilen nur die männlichen) zum Teil die Anlage für „weiblich“, zum Teil für „männlich“ enthalten müssen¹⁾. Inwieweit BITTER's Beobachtung, dass *Bryonia dioica* parthenogenetisch nur Männchen hervorbringe²⁾, dieser Angabe widerspricht, soll hier nicht untersucht werden. Einstweilen scheint mir die Zahl der beobachteten Fälle (9) noch etwas klein.

3. Wie oben gezeigt wurde, war bei meiner *Satureja hortensis* die Fruchtbarkeit der zwitterigen Pflanzen grösser, als die der weiblichen, während DARWIN (der nur zwei Einzelpflanzen verglich) gerade das Gegenteil gefunden hatte. Nun ist die Samenproduktion der weiblichen Pflanzen das Produkt sehr verschiedener Faktoren; ausser der erblichen Anlage müssen auch Zufälligkeiten eine Rolle spielen, so die Zahl der auf dem Standort vorhandenen zwitterigen Exemplare. Hierin waren aber bei meinem Versuche die Chancen der weiblichen Exemplare günstiger, als bei dem DARWIN's (1 zwitteriges Exemplar auf 4 weibliche, gegen 1 auf 10 bei DARWIN); trotzdem erhielt ich das entgegengesetzte Resultat.

Dies Ergebnis möchte ich aber nicht verallgemeinern. Abgesehen davon, dass zu viel entgegengesetzte, übereinstimmende Angaben für andere gynodiöcische Pflanzen vorliegen, vor allem für *Thymus* und *Plantago*, so spricht auch eine gewisse Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit wenigstens eines Teiles dieser Angaben. Wenn wir die Zustände, wie sie uns in den gynodiöcischen und ähnlich sich verhaltenden Arten vorliegen, als Übergänge von der Zwitterigkeit zur Diöcie auffassen dürfen, so muss die männliche Form aus der zwitterigen hervorgehen, und die Samenproduktion wird dann bei dieser, entsprechend dem Grade der Reduktion, die das Gynäceum getroffen hat, herabgesetzt sein. *Satureja hortensis*, resp. deren mir vorliegende Sippe, ist dann gegenüber den übrigen genauer untersuchten Fällen von Gynodiöcie gerade dadurch interessant, dass eine solche Rückbildung des Gynäceum in den Zwitterblüten nicht erfolgt ist.

4. Da das Zahlenverhältnis zwischen den zwitterigen und den weiblichen Individuen einer gynodiöcischen Sippe wohl sicher konstant ist — wie das

¹⁾ Diese Berichte, Bd. XXI, S. 195 (1903), G. A. 13, 343. Die Bastarde *Bryonia dioica* ♀ + *alba* ♂ und neu hergestellte von *Bryonia alba* ♀ + *dioica* ♂ von 1903 haben heuer leider noch nicht geblüht.

²⁾ G. BITTER, Parthenogenesis und Variabilität der *Bryonia dioica*. Abh. Nat. Ver. Bremen, 1904, Bd. XVIII, Heft 1.

zwischen den männlichen und weiblichen Individuen einer diöcischen Pflanze, — so ist es dadurch am einfachsten gesichert, dass beide Formen wieder sich selbst hervorbringen, vorausgesetzt, dass beide Formen gleich fruchtbar sind und auch sonst gleiche Chancen im Kampf ums Dasein haben. Ist die eine Form fruchtbarer als die andere, so muss sie, soll das Verhältnis konstant bleiben, auch die andere hervorbringen, falls nicht in irgend einer anderen Weise korrigiert wird. Damit stimmt, dass bei unserer *Satureja hortensis* die fruchtbarere zwittrige Form neben ihresgleichen noch ziemlich viel Weibchen hervorbringt, die weibliche, weniger fruchtbare aber fast keine Zwitter. Aus dem umgekehrten Verhalten der *Silene inflata* darf man wohl auf eine grössere Fruchtbarkeit der weiblichen Form schliessen. Positive Angaben liegen dafür einstweilen nicht vor; dass diese Art aber der Diöcie näher steht als *Satureja*, ist sicher.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Leipzig, Botanisches Institut.

18. Ein typisch spaltender Bastard zwischen einer einjährigen und einer zweijährigen Sippe des *Hyoscyamus niger*.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 22, H. 8, S. 517—524. 1904.

(Eingegangen am 22. Oktober 1904.)

Als MENDEL's Untersuchungen über Erbsenbastarde durch die ersten neuen Versuche bestätigt wurden, musste es eine der nächsten Aufgaben sein, experimentell festzustellen, wie weit die Dominanz- und vor allem die Spaltungsregel gelten, welche Eigenschaften ihnen folgen und welche nicht. Über einen Versuch, der 1901 in dieser Absicht begonnen wurde, soll hier berichtet werden.

Die meisten Beispiele¹⁾ für typisch spaltende Bastarde haben Sippen geliefert, die sich durch Farbenmerkmale der Blüte und Frucht, auch des Laubes, unterscheiden, oder durch andere Merkmale, die direkt auf chemische Prozesse zurückzuführen sind. Sehr viele Fälle lieferten ferner Sippen, die in der Behaarung, Bestachelung und Begrannung sich unterscheiden, ferner solche von zwergigem und normalem Wuchs. Sonst sind typisch „mendelnde“ Bastarde für morphologische Charaktere nicht zu häufig. Sie sind z. B. für Zahlenabweichungen bekannt; auch *Chelidonium majus* und *Ch. laciniatum*, die in der Ausbildung des Umrisses von Laub und Blütenblatt verschieden sind, gehören hierher.

Einen ähnlichen, hübschen Fall hat mir *Urtica pilulifera* L. sens. lat. in ihren beiden Sippen *U. pilulifera* L. sens. stren. und *U. Dodartii* L. geliefert. Jene hat bekanntlich eingeschnitten gesägte, diese fast ganzrandige Blätter. Der Bastard hat ganz die Blätter der *Urtica pilulifera* und spaltet bei der Keimzellbildung in typischer Weise: 25 pCt. der Individuen der zweiten Generation des Bastardes sind *Urtica Dodartii*, 75 pCt. *U. pilulifera*; die unter diesen befindlichen 50 pCt. neuer Bastarde („Heterozygoten“ BATESON's²⁾

¹⁾ Verzeichnisse der beobachteten Fälle haben BATESON und SAUNDERS (I. Report to the Evolution Committee, p. 139 und f., 1902) und DE VRIES (Mutationstheorie, Bd. II, p. 146) gegeben.

²⁾ Der an und für sich sehr handliche Ausdruck ist insofern unpassend gewählt, als „Zygote“ in der Botanik ja schon in einem ganz bestimmten, engeren Sinne gebraucht wird.

sind von den 25 pCt. reinen *pilulifera*-Pflanzen („Homozygoten“) nur an ihrer Nachkommenschaft zu unterscheiden. Mit der Ausbildung des Blatt- randes sind gewisse Verschiedenheiten in der Blattform untrennbar verbunden¹⁾.

Am spärlichsten sind die Angaben für biologische Merkmale.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Blütezeit, wenigstens unter Umständen, spaltende Merkmalspaare liefert, auch wenn die Bastarde eine intermediäre Stellung einnehmen²⁾. Sonst sind mir aber keine Beispiele bekannt, und deshalb dürfte der nachstehend behandelte Bastard ein gewisses Interesse beanspruchen. Wenn irgendwo, muss es hier, bei der Lebensdauer, auffallen, dass für das verschiedene Verhalten kaleidoskopartig verschiebbare Anlagen im Idioplasma vorhanden sind.

In einer in diesen Berichten (Bd. XXI, p. 195, März 1903, G. A. 13, 343) veröffentlichten Mitteilung habe ich bereits berichtet, dass sich alle Exemplare eines Bastards zwischen dem einjährigen *Hyoscyamus niger annuus* und dem zweijährigen *Hyoscyamus niger biennis*³⁾ als zweijährig erwiesen hatten.

Der Bastard wurde 1901 hergestellt durch Bestäuben kastrierter und geschützter Blüten zweier Exemplare der Sippe *pallidus* des einjährigen *Hyoscyamus niger*, der im Tübinger botanischen Garten kultiviert wurde, mit dem Pollen eines Exemplares der zweijährigen Sippe, das am Neckarufer beim alten Exerzierplatz in Tübingen ganz isoliert stand. Ausserdem wurden Samen dieses Exemplares gesammelt, und solche einiger anderer Stöcke derselben Sippe, die etwa 400 m entfernt standen.

1902 wurde ein Teil der Samen, die aus der Bastardierung hervorgegangen waren, auf einem etwa $1\frac{1}{2}$ qm grossen Beete ausgesät. Sie keimten gut; gegen den Herbst war das Beet dicht mit Rosetten bedeckt; keine Pflanze kam zum Blühen. Der Rest der Samen wurde 1903 auf ein entfernt gelegenes, etwa 1 qm grosses Beet ausgesät und hatte im Herbst ebenfalls keine blühende Pflanze, sondern lauter Rosetten gegeben.

¹⁾ So leicht *Urtica Dodartii* von der auch sonst vielförmigen Stammsippe unterschieden werden kann, so besteht sie doch nach der Ausbildung des Blattrandes sicher aus zwei Sippen, wahrscheinlich aber aus einer ganzen Anzahl graduell verschiedener Sippen. Ich bin seit längerer Zeit mit ihrem Studium beschäftigt, das durch die Monoecie und die Windblütigkeit sehr erschwert ist, und werde nach seinem Abschluss auch über den oben genannten Bastard genaue Mitteilungen machen.

²⁾ TSCHERMAK, E., Über die gesetzliche Gestaltungsweise der Mischlinge (Zeitschrift für das landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich, 1902, S. 37), für Erbsen, und eigene Aufzeichnungen aus der zweiten Hälfte der 90er Jahre für dieselben Objekte.

³⁾ Ich hatte diese Form 1903 *Hyoscyamus niger spontaneus* genannt, weil sie allein mir aus Süddeutschland wildwachsend bekannt war und in den botanischen Gärten wohl ausschliesslich die einjährige Sippe kultiviert wird. Da es aber auch einjährigen spontanen *Hyoscyamus niger* bei uns gibt — im Norden Deutschlands offenbar viel mehr als im Süden — so nenne ich die Sippe nun *Hyoscyamus niger biennis*.

Zur Kontrolle wurden 1902 Samen der zur Bestäubung verwendeten Pflanze und solche der anderen obenerwähnten zweijährigen Individuen ausgesät, je auf ein etwa 1 *qm* grosses Beet. Auch hier blühte keine der zahlreichen Pflanzen im ersten Jahr¹).

Damit und durch später zu erwähnende Versuche war die völlige Konstanz der zweijährigen Sippe bewiesen. Die ebenso vollkommene Konstanz des einjährigen *Hyoscyamus niger annuus* hatte ich schon vorher festgestellt, und konnte ich seitdem immer wieder konstatieren: unter den vielen Tausenden von Individuen, die im Laufe der Jahre durch meine Hände gingen, fand ich nicht eines, das im ersten Jahre eine nicht blühende Rosette gebildet hätte²).

Im Winter gingen jedesmal viele der Rosetten zu Grunde, so dass ich 1903, als der Bastard nun im zweiten Jahr zu blühen begann, nur 46 Exemplare beobachten konnte, schätzungsweise ein Drittel der im Herbst vorhandenen. Ein noch schlechteres Ergebnis lieferte die Aussaat von 1903. 1904 blühten von gewiss 70 Rosetten nur 4; die übrigen hatten den Winter nicht überstanden. Auf den Kontrollbeeten kamen 61 und 54 Pflanzen in diesem zweiten Jahr zum Blühen. „Trotzer“, Rosetten, die auch im zweiten Jahr nicht geblüht hätten, fand ich nirgends.

Von acht Pflanzen des Bastards waren nun 1903 durch Selbstbestäubung sorgfältig geschützter Wickel Samen erzielt worden; es wurden aber einstweilen nur jene von zwei Pflanzen zur Aufzucht der zweiten Generation benutzt. Sie wurden 1904 auf zwei Beete mit sicher reinem Boden ausgesät und gaben neben vielen, nicht blühenden Pflanzen auch eine ganze Anzahl solcher, die gleich im ersten Jahre blühten. Auf dem einen Beete zählte ich 302, auf dem anderen 246 Einjährige. Die Nachkommenschaft spaltete also sicher. Da die Zahl der nicht blühenden Rosetten so nicht leicht genau festzustellen war, auch der Konkurrenzkampf der zwei Sippen von Einfluss sein musste, war neben den Freilandaussaaten auch eine recht weitläufige Aussaat in Töpfen gemacht worden; die jungen Pflanzen wurden Ende Mai im Quincunx mit genügendem Abstand ins Freie pikiert. Es entwickelten sich 129 Individuen, fast alle weiter. Von Anfang Juni an blühten 37, also 28,7 pCt., bei der doch

¹) Ein einzelnes, einjähriges Individuum war an den Blüten sofort als zu der im Leipziger botanischen Garten kultivierten, einjährigen Sippe erkennbar, die von der einjährigen Tübinger Sippe etwas verschieden ist. Der Schutz gegen solche, im Boden ruhende oder eingeschleppte fremde Samen ist die schwierigste, oft unlösbare Aufgabe bei allen derartigen Kulturversuchen.

²) Diese völlige Konstanz erleichtert die Untersuchung ausserordentlich, musste aber erst gesichert werden. Focke gibt z. B. an, dass der *Hyoscyamus agrestis* W. K. (der in unserem *annuus* subsumiert ist) nur aus schwächeren, im Frühjahr gekeimten Exemplaren des *Hyoscyamus niger* bestehe, im Gegensatz zu den im Herbst gekeimten, kräftigen Pflanzen (Pflanzenmischlinge, S. 261).

recht geringen Gesamtzahl eine genügende Übereinstimmung mit den von der Spaltungsregel verlangten 25 pCt.¹⁾.

Im Spätsommer bereiteten mir diese Kulturen noch eine Überraschung. Als die einjährigen Pflanzen schon reife Früchte hatten, begannen die Axen einzelner Rosetten sich zu strecken, besonders auf dem Beet mit den einzeln pikierten Pflanzen, und Mitte September sah es ganz so aus, als ob diese Pflanzen noch heuer blühen würden. Es kam aber nur bei einer wirklich dazu, und nur für kurze Zeit; sie und die anderen stellten die Streckung ein und haben jetzt, wohl infolge des Witterungsumschlages, eine neue Rosette gebildet, die auf einem blattlosen, selbst fusslangen Schafte sitzt, ein ganz ungewohnter Habitus des Bilsenkrautes, der an den mancher Kohlarten erinnert.

Auf den ersten Blick könnten diese „Sprosser“ das Resultat des Versuches zu stören scheinen. Es ist aber ganz sicher, dass sie nur eine Folge besonderer Umstände sind. Fast alle standen unter den einzeln ins Freie pikierten Pflanzen; unter den viel zahlreicheren Rosetten der Freilandsaaten fanden sich nur fünf. Charakteristisch war auch, dass sie fast ausschliesslich in der vorderen Hälfte des bewussten Beetes, die die zuerst pikierten Pflanzen enthielt, standen. Unwillkürlich hatte der Gehilfe die stärksten Keimpflanzen beim Auspflanzen zuerst genommen.

Ganz ausgeschlossen halte ich es nicht, dass diese Sprosser ganz oder vorwiegend zu den 50 pCt. „Heterozygoten“ ($A + a$ und $a + A$) gehören, aber nicht für sehr wahrscheinlich²⁾; die reine zweijährige Sippe wird bei gleicher Behandlung wohl ebenfalls solche Sprosser liefern.

Die Hauptsache ist auf jeden Fall, dass zwischen dem Aufschliessen der einjährigen Individuen und dem der Sprosser ein so langer Zeitraum, ohne Übergänge, liegt, dass das Hauptergebnis des Versuches, das typische Spalten des Bastardes nach der Lebensdauer, dadurch nicht verwischt werden kann. Mit diesem Ergebnis stehen auch jene Tatsachen im Einklang, die einige weitere Versuche ergaben.

Bei einem Exemplar der ersten Generation des Bastardes war 1903 eine Anzahl geschützter und kastrierter Blüten mit dem Pollen eines der Kontrollindividuen der zweijährigen Sippe bestäubt worden: die Samen wurden 1904 ausgesät, und das ganze, etwa 1 m² grosse Beet brachte nur Rosetten (darunter

¹⁾ Wahrscheinlich keimen und entwickeln sich die Einjährigen etwas rascher als die Zweijährigen und machen deshalb bei diesem Versuche mehr als 25 pCt. aus. Es war auch ein Teil eines Beetes schon im Spätsommer besät worden. Es entwickelten sich aber im Herbst keine Keimpflanzen mehr, dagegen eilte, wie begreiflich, dieser Teil des Beetes im nächsten Frühjahr dem erst Ende April besäten voraus. Er gab aber weniger einjährige Pflanzen als dieser.

²⁾ Der Nachweis wird wohl an der technischen Schwierigkeit, die Sprosser zu überwintern, scheitern.

einen Sprosser) und nicht eine blühende Pflanze hervor, wie das entsprechend der Dominanz der Zweijährigkeit auch nicht anders zu erwarten war.

Umgekehrt wurden 1903 an einem Exemplar der einjährigen Sippe die kastrierten und geschützten Blüten eines Wickels mit dem Pollen eines Individuums der ersten Generation des Bastardes bestäubt: von den zahlreichen Pflanzen, die sich 1904 auf dem mit diesen Samen besäten Beete entwickelten, blühten 83 im ersten Jahre, während schätzungsweise ebensoviel nur Rosetten bildeten; eine Rosette sprosste noch nachträglich.

Die zweite Generation der Kontrollpflanze des *Hyoscyamus niger biennis*, aus Samen gezogen, die durch Selbstbestäubung abgeschlossener Blüten zweier Pflanzen erzeugt und zu gleicher Zeit auf zwei Beete ausgesät worden waren, lieferte wiederum im ersten Jahre nicht ein blühendes Individuum.

Schliesslich war im Jahre 1903 derselbe Bastard noch dreimal auf's neue gemacht worden; auf den drei Beeten, auf die 1904 die so gewonnenen Samen ausgesät worden waren, blühte im ersten Jahre ebenfalls keine Pflanze.

Wir haben also folgendes festgestellt:

1. Die einjährige und die zweijährige Sippe des *Hyoscyamus niger* sind, mindestens bei gleichzeitiger Aussaat im Frühling, völlig konstant.

2. Beim Bastard zwischen der einjährigen und der zweijährigen Sippe dominiert die Zweijährigkeit vollständig über die Einjährigkeit.

3. Bei der Keimzellbildung des Bastardes tritt in typischer Weise Spaltung ein, so dass die Hälfte der Keimzellen die Anlage für die Einjährigkeit, die Hälfte die Anlage für die Zweijährigkeit besitzt, und in der zweiten Generation 25 pCt. der Nachkommen einjährig, 75 pCt. zweijährig sind.

Weitere Versuche sollen lehren, wie sich das Merkmalspaar in anderen Verwandtschaftskreisen verhält¹⁾.

Der erste Bastard war, wie schon erwähnt, dadurch hergestellt worden, dass die anthocyanfreie Sippe des *Hyoscyamus niger annuus*, der *H. pallidus* W. K., mit gelben, grüngeaderten Blumenkronen und grünem Schlund, mit

¹⁾ Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass RIMPAU (Landw. Jahrb., Bd. IX, S. 199. 1880) einen Bastard zwischen der annähernd konstant zweijährigen *Beta vulgaris* und einer einjährigen Sippe einjährig fand; die zweite Generation ist leider nicht gezogen worden. Die einjährige Sippe wird dort „*Beta patula*“ genannt; nach MOQUIN-TANDON und anderen Autoren ist diese Art jedoch zweijährig. In derselben Abhandlung sieht RIMPAU aber auch zweijährige Individuen, die bei einer einjährigen Sippe auftraten, als Bastarde mit einer (zweijährigen) Zuckerrübe an (l. c. S. 198). Das Verhalten kann nur durch neue Versuche aufgeklärt werden.

dem Pollen einer anthocyanführenden, zweijährigen Sippe bestäubt wurde, bei der die grünen Adern und der grüne Schlund und selbst Teile des gelben Grundes der Blumenkronen durch schwarzroten Farbstoff verdeckt sind¹⁾. Der Bastard zeigte die von mir schon mehrfach beschriebene, intermediäre Färbung der Blumenkrone. In der zweiten Generation trat auch für dieses Merkmal in gewohnter Weise Spaltung ein, völlig unabhängig von der Lebensdauer.

So gab die zweite Generation des einen Bastardindividuum bei der Aussaat ins Freiland unter 297 Einjährigen:

<i>pallidus</i> 69,	<i>medius</i> ²⁾ 163,	<i>niger</i> 65;
23 pCt.	54,9 pCt.	21,9 pCt.

die des anderen Individuums bei Freilandaussaat unter 230 Einjährigen:

<i>pallidus</i> 60,	<i>medius</i> 114,	<i>niger</i> 56.
26,1 pCt.	49,6 pCt.	24,3 pCt.

Bei den 37 mit Topfaussaat gezogenen Einjährigen derselben Abstammung passten die Zahlen viel weniger gut; es waren:

<i>pallidus</i> 12,	<i>medius</i> 14,	<i>niger</i> 11.
---------------------	-------------------	------------------

Es ist das aber sicher nur eine Folge der geringen Zahl.

Endlich ergab die schon oben erwähnte Rückkreuzung mit einer einjährigen Pflanze, die diesmal von einer *niger*-Sippe gestellt wurde, unter 79 Einjährigen:

<i>medius</i> 41,	<i>niger</i> 38,
52 pCt.	48 pCt.

entsprechend den 50 pCt. *pallidus*- und 50 pCt. *niger*-Keimzellen des Bastardes.

Weiter gehe ich einstweilen auf die Färbung nicht ein. Der *Hyoscyamus niger* ist, was die Blütenfarbe anbetrifft — wie in verschiedenen anderen Punkten —, keine einheitliche Sippe, auch abgesehen vom *H. pallidus*, sondern eine Sippengruppe, worauf ich schon einmal hingewiesen habe. Ich hoffe, in nicht zu langer Zeit die Untersuchungen über diese Fragen, die mich nun seit Jahren beschäftigen, abschliessen zu können.

In der Gattung *Hyoscyamus* gibt es noch einen ähnlichen Formenkreis, wie er in *H. niger* sens. lat. vorliegt: *H. albus* sens. lat. Wir finden hier z. B. ein ähnliches Sippenpaar, wie es *H. pallidus* und *H. niger* sens. stren. ist, den *H. albus* sens. stren. mit seinen grünschlundigen Kronen und eine Sippe mit

¹⁾ Wie ich früher gezeigt habe, führen auch die Kelche und Hochblätter etwas Anthocyan.

²⁾ So nenne ich der Kürze wegen die Bastardpflanzen („Heterozygoten“, $A + a$, $a + A$).

schwarzviolettem Kronenschlund, die *H. major* Mill. sens. lat. heissen mag. Das Verhalten ihres ebenfalls typisch spaltenden Bastardes ist aber insofern ein merklich anderes, als der *H. major* so vollkommen dominiert, dass es mir unmöglich war, einen Unterschied des Bastardes zu finden, oder in der zweiten Generation die 50 pCt. Heterozygoten [($A + a$) und ($a + A$)] von den 25 pCt. *major*-Homozygoten ($A + A$) zu unterscheiden.¹⁾ So vielförmig sich nun auch der *H. albus* sens. lat. in meinen Aussaaten gezeigt hat, so fand ich doch den Anthocyangehalt, der den *H. major* charakterisiert, keinen wesentlichen Schwankungen unterworfen. Es liegt nahe, die Vielförmigkeit des *H. niger* mit der intermediären Stellung seines Bastardes und die Einförmigkeit des *H. major* mit dessen völliger Dominanz in Zusammenhang zu bringen.

Auch nach der Lebensdauer sind hier verschiedene Sippen zu unterscheiden; *H. albus* sens. stren. wird als einjährig, *H. major* als perennierend angegeben. Da aber alle mir bekannten *major*-Sippen im ersten Jahre gleichzeitig mit *H. albus* blühen und die Pflanzen im Freien unsern Winter nicht überdauern, muss ich darauf verzichten, die Bastarde auch in dieser Hinsicht zu untersuchen.

Die Bastarde zwischen *H. niger* und *H. albus* und *H. albus* und *H. aureus*, die ich hergestellt habe, erwiesen sich als absolut steril und interessieren uns deshalb hier nicht; *H. niger* mit *H. aureus* zu verbinden gelang überhaupt nicht.

Die Versuche werden fortgesetzt.

Leipzig, Botanisches Institut.

¹⁾ KÖLREUTER fand dagegen, dass der *Hyosc. albo simil. fund. fl. atropurp.* mit dem Pollen des *Hyosc. albus, fund. fl. viridi* (Fortsetzg., S. 46, 1763) bestäubt, einen Bastard „von mittlerer Ähnlichkeit in der Farbe“ gab (3. Fortsetzung, S. 124). Handelte es sich vielleicht um einen Bastard zwischen *niger*-Sippen?

19. Zur Kenntnis der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde.

(Zweite Mitteilung über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen.)

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 23, H. 2, S. 70—85. 1905.

(Eingegangen am 16. Februar 1905.)

In diesen Berichten, Bd. XX, S. 594 u. f. (Dezember 1902, G. A. 11, 315), habe ich vor zwei Jahren über meine Bastardierungen mit Sippen der Gattung *Mirabilis* berichtet. Unter den Ergebnissen, die ich damals mitteilen konnte, waren zwei, die besonders auffallen mussten: die roten Blüten der Bastarde zwischen den gelbblühenden und weissblühenden, konstanten Sippen, und die gestreiften Blüten der Bastarde zwischen Sippen, die konstant einfarbige Blüten besitzen.

Seitdem habe ich die in mancher Hinsicht mühsamen Versuche fortgesetzt und ausgedehnt; hier soll von den Bastarden, die die oben genannten Eigentümlichkeiten zeigten, nur jener besprochen werden, der einstweilen am genauesten untersucht wurde. Es ist das:

Mirabilis Jalapa alba + *M. J. gilva*.

Die I. Generation.

Das eine Elter hat weisse, das andere gelbliche Blüten; beide sind vollkommen konstant. Die erste Generation des Bastardes blüht, wie S. 319 geschildert wurde, hellrosa mit roten Sprenkeln und Streifen. Einzelne ganz rote Blüten, auch ganze Äste mit roten Blüten, waren nicht selten; ein Stock trug fast lauter hellrote Blüten, bei einem war der Grund der gestreiften Blüten sehr blass, fast weiss¹⁾.

Ich zeigte, dass man das Auftreten des Rot erklären könne — ohne zur Entfaltung latenter Eigenschaften oder gar neuer Merkmale greifen zu müssen — durch die Annahme, der eine Farbstoff sei eine Modifikation des andern, und diese Modifikation sei durch das Vorhandensein einer bestimmten Anlage dafür bedingt. Wenn wir, was sich auch ontogenetisch stützen lässt,

¹⁾ Den einen habe ich in meiner ersten Mitteilung ungenau „rosa“, den andern „weiss, rot gestreift“ genannt.

den roten Farbstoff aus dem gelben hervorgehen lassen, haben wir dann zwei Anlagenpaare:

1. Paar: Farbstoffbildung — keine Farbstoffbildung.
2. Paar: Keine Modifikation — Modifikation in Rot.

Der erste Paarling jedes Paares: Farbstoffbildung, keine Modifikation, gehört der Sippe *gilva*; der zweite: keine Farbstoffbildung, Modifikation in Rot, der Sippe *alba*. Alle „positiven“ Anlagen sind *aktiv*, auch jene für die Modifikation in Rot bei der Sippe *alba*; wir sehen sie nur (gewöhnlich) nicht, weil (gewöhnlich) kein Farbstoff gebildet wird. Die „positive“, gesperrt gedruckte Anlage dominiert in jedem Paar; der Bastard erhält von *gilva* die zur Farbstoffbildung, von *alba* die zur Modifikation des Farbstoffes in Rot, erblüht daher rot¹⁾.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Streifung. Hier dürfte es sich, wie ich schon S. 327 hervorhob, wirklich um die Entfaltung einer latenten Anlage handeln. Zunächst ist zu betonen, dass die Sippe *alba* nicht nur mit der Sippe *gilva*, sondern mit allen andern geprüften Sippen diese Streifen gibt. Bei den Bastarden mit der Sippe *rosea* und einer neuen, sehr blass roten Sippe, die ich var. *pallida* nennen will, ist das sofort zu sehen; wenn es sich bei den Bastarden mit den Sippen *rubra* und *flava* erst in der zweiten Generation zeigt, so beruht das nur darauf, dass diese in der ersten so wie so homogen rot blühen, und die Streifen maskiert sind. Diese Sippen geben ferner untereinander keine gestreiften Bastarde (soweit sie hierauf geprüft wurden); so sind vor allem *gilva* + *pallida*, *gilva* + *rosea* und *pallida* + *rosea* homogen rosa, in verschiedener Intensität. — Alles zusammen lehrt, dass die latente Anlage zur Streifung allein, oder doch allein in entfaltbarem Zustand, in der verwendeten Sippe *alba* stecken muss.

Die Untersuchungen des Jahres 1903 zeigten dann, dass es sich bei dieser *alba* eigentlich um gar keine völlige Latenz handelt. Es stellte sich nämlich heraus, dass die Blüten nicht allzu selten einzelne rote Punkte zeigten, sehr oft nur einen einzigen, selten solche, die mehr als $\frac{1}{4}$ qmm gross waren. Sie sind sehr leicht zu übersehen.

Nachstehende kleine Tabelle bringt die Resultate für jene neun Individuen der Sippe *alba*, von denen mehr als 150 Blüten untersucht worden waren.

Ob es ganz fleckenfreie *alba* gibt, bleibt dahingestellt; die individuellen Schwankungen sind gross, und die Zahl der untersuchten Blüten ist bei Nr. 5 und 7 noch recht klein.

¹⁾ Eine im Prinzip identische Erklärung hat einige Monate später CUÉNOT zur Erklärung seiner Resultate bei Bastardierungsversuchen mit Mäuserassen verwandt, als er mit einem Chromogen und verschiedenen Diastasen operierte. (L'hérédité de la pigmentation chez les souris; Archives de Zool. expér. et générale 1903).

Tabelle 1.

Nummer	Gesamtzahl der untersuchten Blüten	Blüten mit roten Punkten	Prozent
1	938	27	2,9
2	915	60	6,6
3	704	14	2,0
4	199	6	3,0
5	185	0	0
6	176	8	4,5
7	176	0	0
8	164	2	1,2
9	153	3	2,0

Die Rotstreifung der Bastarde ist also ein in der Sippe *alba* steckendes Merkmal, das bei Selbstbefruchtung und Inzucht (fast vollkommen) latent bleibt, aber durch den Zutritt fremden Keimplasmas zur vollen Entfaltung gebracht wird.

Die II. Generation.

A. Der typische Bastard (rosa, rot gestreift).

Bei meiner notgedrungen kleinen Aussaat (18 Individuen) konnte ich seinerzeit (S. 321) schon fünferlei äusserlich verschiedene Nachkommen sicher, siebenerlei mit Wahrscheinlichkeit nachweisen, unter denen die Farben der Eltern — weiss und gelb — und die Farbe des Bastardes — rot — vertreten waren. 1903 habe ich dann grössere Aussaaten machen können. Mehr als 1000 Körner gaben aber nur 740 blühende Stöcke, so dass ich mit den 18 des vorhergehenden Jahres 758 untersuchen konnte. Sie liessen sich nach ihren Blüten in 11 Klassen bringen, die in der nachstehenden Tabelle 2 aufgezählt sind; es ist auch gleich die Individuenzahl angegeben, in der sie vertreten waren, und die Prozentzahl, die sich daraus berechnet. Die Bezeichnung der Farben ist die gleiche wie in der ersten Mitteilung, übrigens von selbst verständlich; die Zahlen für die beiden meist recht auffällig verschiedenen

Tabelle 2.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*.

	Individuenzahl	pCt.		Individuenzahl	pCt.
1. <i>alba</i> . . . . .	.	.	. . . . .	50	6,60
A. Gelbe Reihe . . .	132	17,41	B. Rote Reihe . . .	576	75,98
2. <i>alba flavostriata</i>	30	3,96	7. <i>alba rubrostriata</i>	125	16,49
3. <i>gilva</i> , hell	39	5,15	8. <i>rosea</i> , hell	205	27,04
4. <i>gilva</i> , dunkel			9. <i>rosea</i> , dunkel		
5. <i>gilva flavostriata</i>	57	7,52	10. <i>rosea rubrostriata</i>	208	27,44
6. <i>flava</i>	6	0,79	11. <i>rubra</i>	38	5,0

hellen und dunkeln Modifikationen der *gilva* und *rosea* sind einstweilen zusammengezogen¹⁾.

Zunächst wird auffallen, dass, abgesehen von den weissen Stöcken, die Klassen in zwei vollkommen parallel gehenden Reihen auftreten, in einer gelben und einer roten, mit folgenden Stufen: 1. farblos, gestreift; 2. hell gefärbt, homogen, wieder in zwei Abstufungen: schwächer und stärker; 3. hell gefärbt, gestreift; 4. dunkel gefärbt. Die rote Parallellform ist stets häufiger als die gelbe, durchschnittlich im Verhältnis (576 : 132 =) 4,4 : 1²⁾.

Es liegt nun nahe, anzunehmen, dass in beiden Reihen eine weitere Stufe: völlig farblos, vorangehe, und die 50 *alba*-Stöcke dementsprechend im Verhältnis 4,4 : 1 zu verteilen. Es fallen dann auf die rote Reihe 41, auf die gelbe 9, so dass die Gesamtzahlen sind:

Gelbe Reihe	141 Exemplare, 18,6 pCt.
Rote Reihe	617 „ 81,4 „

Wir hätten also 12 Klassen zu unterscheiden.

Die Zahl der Klassen lässt sich nun wieder reduzieren. Prüft man, wie ich es in den letzten Jahren wiederholt getan habe, gestreift blühende *Mirabilis*-Sippen bei Selbstbestäubung auf ihre Konstanz, so findet man bei genügend grosser Aussaat, dass sie ausser gestreift blühenden Individuen auch einige Prozente einfarbig blühende Individuen hervorbringen, überwiegend solche von der dunklen, die Streifen bildenden Farbe, seltener solche mit der hellen Grundfarbe³⁾. Ganz das Gleiche beobachtet man bei den Bastarden zwischen Sippen mit homogener, farbloser oder hell gefärbter Blütenhülle einerseits und Sippen mit gestreifter Blütenhülle andererseits. Die Streifung dominiert, daneben sind einzelne homogen (dunkel) blühende Stöcke vorhanden⁴⁾. Die Grenze zwischen den zweierlei Pflanzen ist keine scharfe;

¹⁾ Hier sei nur beiläufig bemerkt, dass von 203 geprüften *rosea*-Stöcken 79 zur hellen, 124 zur dunklen Modifikation gehörten (Verhältnis 2 : 3), und dass einer dieser hellen *rosea*-Stöcke weisse und rosa Nachkommen gab, ein dunkler nur rosa Nachkommen und drei andere dunkle gelbliche und rosa Nachkommen. (Vergl. Tabelle 8, Klasse 10—12, S. 424.)

²⁾ Anmerkung:

Stufe	Rote Reihe zur gelben Reihe	Rot zu Gelb	Differenz der Zahl für rot mit dem Mittel (4,4)
Farblos, gestreift	125 : 30	4,2 : 1	— 0,2
Hell, homogen	205 : 39	5,3 : 1	+ 0,9
Hell, gestreift	208 : 57	3,7 : 1	— 0,7
Dunkel	38 : 6	6,3 : 1	+ 1,9

³⁾ Es besteht hierin eine gewisse, nicht zu weit gehende Ähnlichkeit mit dem von DE VRIES studierten *Antirrhinum majus rubrostriatum* (Mutationstheorie, Bd. I, S. 494 u. f.). Ich behalte mir vor, darauf an anderer Stelle zurückzukommen.

⁴⁾ Ein Beispiel dafür liefert das homogene rot blühende Exemplar der I. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*, S. 415.

in beiden Richtungen kommen Übergänge vor: so Stöcke mit fast ungestreiften Blüten, mit solchen, die zu $\frac{1}{10}$ bis $\frac{9}{10}$ rot sind oder ganz rot, Stöcke mit einzelnen rot blühenden Ästen und solche mit fast ausschliesslich roten Blüten.

Die in der II. Generation neu auftretenden Stöcke mit dunklen homogenen Blüten, die *gilva*- und *rubra*-Klasse, sind also eine Konsequenz der neu auftretenden Stöcke mit gestreiften Blüten. Wir können deshalb die betreffenden Klassen auflösen und ihre Angehörigen auf die gestreift blühenden Klassen (sowohl jene mit farblosem, als jene mit hell gefärbtem Grunde) verteilen. Von den 38 homogen roten gehören vermutlich (nach dem Verhältnis 125 : 208) 14 zu der weiss und rot gestreiften Klasse und 24 zu der rosa und rot gestreiften; von den 6 homogen gelben fallen (nach dem Verhältnis 30 : 57) 2 auf die weiss und gelb gestreifte Klasse und 4 auf die gelblich und gelb gestreifte. — Aus den homogen farblos (*alba*) und den hell blühenden Klassen (*gilva* und *rosea*) wären auch einzelne Stöcke den gestreiften zuzurechnen; ihre Zahl ist aber so gering, dass sie vernachlässigt werden dürfen.

Wir erhalten dann eine neue Tabelle (s. Tab. 3) mit 10 (resp. 8) Klassen. 9 davon sind äusserlich unterscheidbar.

Tabelle 3.
II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*.
Korrektur zu Tabelle 2.

Stufe	A. Gelbe Reihe	Individuenzahl	pCt.	B. Rote Reihe	Individuenzahl	pCt.	A und B zusammen	
							Zahl	pCt.
1	<i>alba</i>	9	1,19	<i>alba</i>	41	5,41	50	6,60
2	<i>alba flavostriata</i> und <i>flava</i> . . .	32	4,22	<i>alba rubrostriata</i> und <i>rubra</i> . .	139	18,34	171	22,56
3	<i>gilva</i> , hell und dunkel	39	5,15	<i>rosea</i> , hell und dunkel	205	27,04	244	32,29
4	<i>gilva flavostriata</i> und <i>flava</i> . . .	61	8,05	<i>rosea rubrostriata</i> und <i>rubra</i> . .	232	30,61	293	38,65
		141	18,6		617	81,4	758	100,1

Nun treten wir an das heran, was die II. Generation des Bastardes uns für die zwei einstweilen allein ins Auge gefassten Probleme lehrt, für die Frage nach der Herkunft und der Vererbung des Rot, und für die Frage nach der Herkunft und Vererbung der Streifung.

Die Erklärung gestaltet sich für die erste Frage, jene nach der Herkunft des Rot, durch unsere schon genannte Annahme sehr einfach. Wir halten uns an die Grundfarbe der Blüten und lassen die Streifung ganz beiseite. Indem wir so in der roten Reihe die weiss und rot gestreiften Exemplare zu den weissen, die rosa und rot gestreiften zu den rosa Stöcken zählen, ebenso

in der gelben Reihe die weiss und gelb gestreiften zu den weissen, die gelblich und gelb gestreiften zu den gelblichen, erhalten wir die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 4.
II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*.
Nur die Grundfarbe der Blütenhüllen berücksichtigt.

A. Gelbe Reihe	Individuenzahl	pCt.	B. Rote Reihe	Individuenzahl	pCt.	A und B zusammen			
						Zahl	pCt.		
<i>alba</i>	41	5,41	<i>alba</i>	180	23,75	221	29,1		
<i>gilva</i>	100	13,20	<i>rosea</i>	437	57,65	537	70,9		
		141	18,6			617	81,4	758	100,0

Daraus können wir nun das Verhalten jedes der beiden angenommenen Merkmalspaare in der II. Generation ableiten. Zunächst ergibt sich, dass sie „mendeln“.

1. Paar: Farbstoff (*F*) 70,8 pCt., kein Farbstoff (*kF*) 29,1 pCt. der Stücke, nämlich:

$$\begin{array}{l}
 \textit{gilva} \dots\dots\dots 13,2 \text{ pCt.} \\
 \textit{rosea} \dots\dots\dots 57,6 \text{ ,,}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \textit{gilva} \\ \textit{rosea} \end{array}} \right\} 70,8 \text{ pCt.}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \textit{alba} \text{ der gelben Reihe} \dots\dots\dots 5,4 \text{ pCt.} \\
 \textit{alba} \text{ der roten Reihe} \dots\dots\dots 23,7 \text{ ,,}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \textit{alba} \\ \textit{alba} \end{array}} \right\} 29,1 \text{ pCt.}$$

2. Paar: Keine Modifikation (*kM*) 18,6 pCt., Modifikation in Rot (*M*) 81,4 pCt. der Stücke, nämlich:

$$\begin{array}{l}
 \textit{alba} \text{ der gelben Reihe} \dots\dots\dots 5,4 \text{ pCt.} \\
 \textit{gilva} \dots\dots\dots 13,2 \text{ ,,} \\
 \textit{alba} \text{ der roten Reihe} \dots\dots\dots 23,8 \text{ pCt.} \\
 \textit{rosea} \dots\dots\dots 57,6 \text{ ,,}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \textit{alba} \\ \textit{gilva} \\ \textit{alba} \\ \textit{rosea} \end{array}} \right\} 81,4 \text{ pCt.}$$

Die Tatsache, dass beim einen Merkmalspaar mehr als 25 pCt., also zuviel rezessive, beim andern weniger als 25 pCt., also zu wenig rezessive Nachkommen vorhanden sind, beweist ferner, dass die beiden Merkmalspaare nicht verkoppelt sind, was durch weitere Beobachtungen (S. 425) bestätigt wird.

Wir haben so beim Bastard in der I. Generation viererlei Keimzellen zu erwarten: *F M*, *kF M*, *F kM*, *kF kM*. Sie geben 16 Kombinationen; die Nachkommen sind in vier Klassen zu bringen: *F M* = rosa, *kF M* = weiss, *F kM* = gelblich, *kF kM* = weiss. Sie sollten im Zahlenverhältnis 9 : 3 : 3 : 1 stehen. Da die zweite und die vierte aber äusserlich ununterscheidbar sind, finden wir nur drei Klassen: rosa, gelblich, weiss, für die das Zahlenverhältnis 9 : 3 : 4, resp. 56,25 pCt. : 18,75 pCt. : 25 pCt., gelten sollte. Das tatsächlich beobachtete Verhältnis ist 537 : 100 : 241 oder 57,6 pCt. : 13,2 pCt. : 29,2 pCt. Dass Rechnung und Beobachtung nicht noch besser stimmen, ist dadurch bedingt, dass jedes der beiden Merkmalspaare für sich vom Verhältnis 3 : 1

merklich abweicht, und diese Abweichungen sich nicht kompensieren, weil sie zwar entgegengesetzt, aber ungleich gross sind (+ 4,1 pCt., - 6,4 pCt.).

Schwieriger liegen die Verhältnisse bei der Streifung. Wir lassen jetzt die Farbe der Blüten ganz ausser Spiel und unterscheiden nur Stöcke mit gestreiften und ungestreiften Blüten, wie es in der Tabelle 5 geschieht.

Tabelle 5.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*.
 Nur die Streifung der Blütenhüllen berücksichtigt.

A. Gelbe Reihe	Individuenzahl	pCt.	B. Rote Reihe	Individuenzahl	pCt.	A und B zusammen	
						Zahl	pCt.
<i>alba</i> und <i>gilva</i> . . .	48	6,34	<i>alba</i> und <i>rosea</i> . .	246	32,45	294	38,79
<i>alba flavostriata</i> und <i>gilva flavostriata</i> . .	93	12,27	<i>alba rubrostriata</i> und <i>rosea rubrostriata</i>	371	48,95	464	61,21
	141	18,6		617	81,4	758	100,0

Auch hier liegt gewiss ein „mendelndes“ Merkmalspaar vor, trotzdem das Verhältnis der gestreift blühenden zu den ungestreift blühenden Stöcken noch nicht einmal 2 : 1 ist, das Verhalten der III. Generation lässt darüber keinen Zweifel. Die Verhältniszahlen sind für die gelbe und rote Reihe nicht gleich, 1,94 : 1 und 1,51 : 1; merkwürdig ist, dass sich die Klassen mit farblosem und jene mit hell gefärbtem Grund sehr verschieden verhalten, und zwar in beiden Reihen gleichsinnig (vergl. Tabelle 3): weiss : weiss und rot gestreift verhält sich wie 1 : 3,38; weiss : weiss und gelb gestreift wie 1 : 3,65, zusammen 1 : 3,4 (22,6 pCt. : 77,4 pCt.); dagegen rosa : rosa und rot gestreift wie 1 : 1,1; gelblich : gelblich und gelb gestreift wie 1 : 1,6, zusammen 1 : 1,2 (54,6 pCt. : 45,4 pCt.). Zufällig kann das kaum sein, die Deutung ist mir aber noch unklar (vergl. S. 427).

Wir haben also einstweilen drei Merkmalspaare in unserem Bastard gefunden:

	Verhältniszahlen domin. rezess.
1. Paar: Farbstoff (<i>F</i>)—kein Farbstoff (<i>kF</i>).	81,4 18,6
2. Paar: Modifikation in Rot (<i>M</i>)—keine Modifikation (<i>kM</i>) . .	70,9 29,1
3. Paar: Aktiv gewordene Streifung (<i>St</i>)—keine Streifung (<i>kSt</i>) .	61,2 38,8
und zwar { für farblosen Grund.	77,4 22,6
{ „ gefärbten „	54,6 45,4

Alba ist *kF M St*, *gilva* *F kM kSt*.

Das gäbe achterlei Keimzellen (*F M St*, *F kM St*, *F kM St* usw.) und 8 Klassen unter den Nachkommen, im Verhältnis 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1, in Prozenten 42,2 : 14,1 : 14,1 : 14,1 : 4,7 : 4,7 : 4,7 : 1,6. Zwei Klassen, *kF M kSt* und *kF kM kSt*, beide weiss, sind äusserlich nicht unterscheidbar,

weil die Anwesenheit oder das Fehlen der Anlage *M* sich nur bei Gegenwart der Anlage *F* verrät, so dass nur 7 äusserlich unterscheidbare Klassen zu erwarten sind, und soviel haben wir auch gefunden, wenn wir die zwei Modifikationen, in denen *gilva* und *rosea* auftreten, beiseite lassen.

In Tabelle 6 sind alle Zahlen nochmals zusammengestellt; die weissen Stöcke sind auf die beiden Reihen verteilt, wie schon früher. Dass die nach dem Verhältnis 3 : 1 berechneten Zahlen nicht mehr mit den gefundenen stimmen, kommt daher, dass ein weiteres, in Wirklichkeit ebenfalls von 3 : 1 abweichendes Verhältnis für das dritte Merkmalspaar für die Rechnung hinzukam.

In Hinsicht darauf und bei der relativ geringen Gesamtzahl ist die Übereinstimmung gewiss genügend.

Tabelle 6.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*.
Berechnete und beobachtete Zahlenverhältnisse.

	Beobachtete Individuen	Beobachtete Individuen in Prozenten der Gesamtzahl	Prozentzahlen, die sich aus den oben (S. 421) zusammengestellten Verhältniszahlen ergeben	Ebenso, aber für die Streifung die zweierlei Verhältniszahlen zugrunde gelegt	Nach dem Verhältnis 3A: 1a berechnete Prozentzahlen
A. Gelbe Reihe.					
<i>alba</i>	9	1,2	2,1	1,2	1,6
<i>alba flavostriata</i>	32	4,2	3,4	4,2	4,7
<i>gilva</i> , hell und dunkel	39	5,1	5,1	6,3	4,7
<i>gilva flavostriata</i>	61	8,1	8,1	7,2	14,1
B. Rote Reihe					
<i>alba</i>	41	5,4	9,2	5,4	4,7
<i>alba rubrostriata</i>	139	18,3	14,5	18,3	14,1
<i>rosea</i> , hell und dunkel	205	27,0	22,3	26,3	14,1
<i>rosea rubrostriata</i>	232	30,6	35,3	31,4	42,2

Das Ergebnis der Versuche, bei denen der Bastard mit seinen Eltern verbunden wurde [*alba + (alba + gilva)* und *gilva + (alba + gilva)*], entsprach dem, was nach unseren Annahmen zu erwarten war; ich gehe hierauf einstweilen nicht ein.

B. Die zwei abweichenden Individuen des Bastardes (S. 415).

Das Resultat der einstweilen erst in kleinem Massstabe durchgeführten Prüfung der zweiten Generation ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt;

Tabelle 7.

Nachkommenschaft der zwei vom Typus abweichenden Individuen des Bastardes
M. J. alba + gilva.

	Individuum mit lauter roten Blüten	Individuum mit fast weissen, rot gestreif- ten Blüten		Individuum mit lauter roten Blüten	Individuum mit fast weissen, rot gestreif- ten Blüten
<i>alba</i> . . . . .	.	.	. . . . .	1	12
A. Gelbe Reihe			B. Rote Reihe.		
<i>alba flavostriata</i>	--	6	<i>alba rubrostriata</i> . . .	4	14
<i>gilva</i> , hell und dunkel. . .	2	—	<i>rosea</i> , hell und dunkel. .	2	1
<i>gilva flavostriata</i>	—	—	<i>rosea rubrostriata</i> . . .	3	—
<i>flava</i>	—	2	<i>rubra</i>	—	—

Von dem einen Stock konnten nur 12, von dem andern 35 Nachkommen untersucht werden. Es verrät sich die Gegenwart aller drei oben unterschiedenen Merkmalspaare, und es liegt kein Grund vor, wenigstens für das rot blühende Individuum (dessen Auftreten nach S. 419 nicht verwunderlich ist), eine vom Typus abweichende Nachkommenschaft zu vermuten.

Die III. Generation.

Aus den achterlei Keimzellen, die von der I. Generation des Bastardes unserer Annahme nach gebildet werden (S. 421), müssen bekanntlich als II. Generation ($8 \times 8 =$) 64 Kombinationen hervorgehen ($FMS + FMS$, $FMS + FMkS$, $FMS + FkMS$ usw.), unter sich mit gleichen Chancen für das Eintreffen. 27 geben: *rosea rubrostriata*, 9: *rosea*, 9: *alba rubrostriata*, 9: *gilva flavostriata*, 3: *gilva*, 3: *alba flavostriata*, 3: *alba*, 1: *alba*. Es sind das unsere oben (S. 421) unterschiedenen 8 Klassen, von denen die beiden letzten (3 *alba*, 1 *alba*) äusserlich nicht unterscheidbar sind.

Eine sich gleiche Nachkommenschaft können alle Individuen nur bei der letzten Klasse (1 *alba*) geben. Jede der von 3 Kombinationen gebildeten Klassen muss nach dem Verhalten ihrer Nachkommen 2 neue Klassen geben, jede der aus 9 Kombinationen gebildeten 4, und die aus 27 Kombinationen gebildete Klasse gar 8, so dass wir zusammen ($1 + 2 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 8 =$) 27 neue Klassen erhalten, die wieder untereinander in bestimmten Zahlenverhältnissen stehen. Die 8 resp. 7 äusserlich verschiedenen Klassen der II. Generation werden also von 27 innerlich verschiedenen Klassen gebildet, deren Nachkommenschaft sich im voraus berechnen lässt. All das ist in der Tabelle 8 (S. 424) übersichtlich zusammengestellt. Der bequemen Bezeichnung halber sind die 27 Klassen in der letzten Kolumne fortlaufend numeriert.

Die vorletzte Kolumne gibt an, ob und wie oft eine Klasse unter den 22 Exemplaren der II. Generation, deren Nachkommen einstweilen geprüft

Tabelle 8¹⁾.

III. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva*.

a = *alba*, *a flstr* = *alba flavostriata*, *g* = *gilva*, *g flstr* = *gilva flavostriata*, *a rustr* = *alba rubrostriata*, *ro* = *rosea*, *ro rustr* = *rosea rubrostriata*; M = Anlage zur Modifikation in Rot, k M = keine Anlage zur Modifikation in Rot.

Exemplare	II. Generation	Exemplare	III. Generation	Beobachtet	Laufende Nummer der Klasse
27	<i>ro rustr</i>	{	27 <i>ro rustr</i> , 9 <i>ro</i> , 9 <i>a rustr</i> , 9 <i>g flstr</i> , 3 <i>g</i> , 3 <i>a flstr</i> , 3 <i>a</i> , 1 <i>a</i>	2 mal	1
			4 9 <i>ro rustr</i> , 3 <i>ro</i> , 3 <i>g flstr</i> , 1 <i>g</i> . . .	—	2
			4 9 <i>ro rustr</i> , 3 <i>a rustr</i> , 3 <i>g flstr</i> , 1 <i>a flstr</i>	—	3
			4 9 <i>ro rustr</i> , 3 <i>ro</i> , 3 <i>a rustr</i> , 1 <i>a</i> . . .	4 mal	4
			2 3 <i>ro rustr</i> , 1 <i>ro</i>	—	5
			2 3 <i>ro rustr</i> , 1 <i>g flstr</i>	—	6
			2 3 <i>ro rustr</i> , 1 <i>a rustr</i>	—	7
			1 <i>ro rustr</i>	—	8
9	<i>ro</i>	{	4 9 <i>ro</i> , 3 <i>a</i> , 3 <i>g</i> , 1 <i>a</i>	—	9
			2 3 <i>ro</i> , 1 <i>gi</i>	3 mal	10
			2 3 <i>ro</i> , 1 <i>a</i>	1 mal	11
			1 <i>ro</i>	1 mal	12
9	<i>a rustr</i>	{	4 9 <i>a rustr</i> , 3 <i>a</i> , 3 <i>a flstr</i> , 1 <i>a</i>	1 mal	13
			2 3 <i>a rustr</i> , 1 <i>a flstr</i>	—	14
			2 3 <i>a rustr</i> , 1 <i>a</i>	2 mal	15
			1 <i>a rustr</i>	2 mal	16
9	<i>g flstr</i>	{	4 9 <i>g flstr</i> , 3 <i>g</i> , 3 <i>a flstr</i> , 1 <i>a</i>	—	17
			2 3 <i>g flstr</i> , 1 <i>g</i>	—	18
			2 3 <i>g flstr</i> , 1 <i>a flstr</i>	—	19
			1 <i>g flstr</i>	—	20
3	<i>g</i>	{	2 3 <i>g</i> , 1 <i>a</i>	—	21
			1 <i>g</i>	2 mal	22
3	<i>a flstr</i>	{	2 3 <i>a flstr</i> , 1 <i>a</i>	—	23
			1 <i>a flstr</i>	1 mal	24
3	(k M + M und <i>a</i> M + k M) (M + M)	{	2 <i>a</i> (3 M + 1 k M)	1 mal	25
			1 <i>a</i> (M)	2 mal	26
1	<i>a</i> (k M + k M)	{	1 <i>a</i> (k M)	—	27

sind, vertreten war. Von den 27 Klassen sind einstweilen nur 12 nachgewiesen; die meisten aus der durch Selbstbefruchtung erzielten Nachkommenschaft. Nur bei den drei letzten (25, 26, 27) ist das anders. Wie eine kurze Überlegung lehrt, müssen diese bei Selbstbefruchtung (und Inzucht) alle dieselben, äusserlich gleichen Nachkommen, „*alba*“, geben, also auf diesem Wege ununterscheidbar sein. Dagegen wird die Bestäubung mit dem Pollen der

¹⁾ Ausser den Nachkommen von Individuen der II., durch Selbstbestäubung entstandenen Generation sind auch jene von 5 durch Rückkreuzung mit *gilva* entstandenen Individuen (S. 422) aufgenommen worden.

Sippe *gilva* ein Mittel sein, nachzuweisen, ob die Anlage für die Modifikation des Gelb in Rot in der weissblühenden Pflanze vorhanden ist, oder nicht (Klasse 27), und wenn ja, ob sie es allein (Klasse 25) oder zusammen mit ihrem Paarling (Klasse 26) ist. Von 3 *alba*-Stöcken der II. Generation, die bei Selbstbefruchtung alle wieder *alba*-Stöcke hervorbrachten und mit dem Pollen eines *gilva*-Stockes bestäubt wurden, gaben zwei lauter rosa rotgestreift blühende Bastarde (21 und 28 Individuen), sie gehörten also in die 26. Klasse, der dritte aber gab 17 gelblich und gelbgestreift und 11 rosa und rotgestreift blühende Bastarde, er gehörte also in die 25. Klasse. Weitere Versuche werden zweifellos auch *alba*-Stöcke kennen lehren, die mit *gilva* bestäubt lauter gelblich blühende Nachkommen geben (Klasse 27). Damit ist unter anderem die Unabhängigkeit der beiden die Blütenfarbe bestimmenden Merkmalspaare, $F-kF$ und $M-kM$, nochmals bewiesen (S. 420).

Auch das Verhalten der III. Generation stimmt also zu dem, was nach unseren Annahmen zu erwarten war. Ich habe dafür gesorgt, dass die vorhandenen Lücken in den 27 Klassen möglichst ausgefüllt werden, und werde darüber wieder berichten. Dann sollen auch die Verhältniszahlen der verschiedenartigen Individuen in den einzelnen Klassen mitgeteilt werden.

Da aus unseren Annahmen gefolgert werden musste, dass eine (nicht hybride) *alba*-Sippe existieren könnte, die, mit einer gelben bestäubt, gelbe Bastarde geben würde, weil ihr, aus *gilva* oder *flava* durch Latentwerden der Anlage F entstanden, die Anlage zur Modifikation des Gelb in Rot fehlen würde, prüfte ich 1903 6 *alba*-Stöcke verschiedener, nicht nachweislich hybrider Provenienz, indem ich 5 mit dem Pollen eines *gilva*-Stockes bestäubte und mit dem Pollen des sechsten einen anderen *gilva*-Stock. Ich erhielt 1904 10, 20, 29, 11, 26, 30, zusammen 126 Bastarde, die alle, wie die 1900 hergestellten, rosa rotgestreift blühten; nur einer hatte fast lauter rote Blüten. Die *alba* enthielten also alle die Anlage zur Modifikation in Rot. Dass einer dieser Stöcke, mit dem Pollen eines weiss- und gelbgestreiften Exemplares (aus Klasse 24) der II. Generation unseres Bastardes bestäubt, (24) Bastarde mit weissen, rotgestreiften Blüten hervorbrachte, ist danach ganz verständlich, ebenso, dass einer der *alba*-Stöcke, mit dem Pollen einer neuen Sippe mit gelblichen, rosa gestreiften Blüten (*gilva roseostriata*) rosa, rot gestreift blühende Nachkommen gab.

Dagegen lieferte ein Exemplar der Sippe *M. J. nana aurea alba* mit Pollen der Sippe *gilva* bestäubt, 24 sehr merkwürdige Bastarde: die Mehrzahl der Blüten war auf gelblichem Grund heller und dunkler gelb und rot gestreift; daneben traten (am selben Stock) noch besonders oft rosa rotgestreifte

und gelbliche rotgestreifte Blüten auf, seltener rosa rot und gelb gestreifte, gelbliche rosa gestreifte, gelbliche rosa und gelb gestreifte, gelbliche gelb gestreifte und ganz rote Blüten. Wenn wir annehmen, dass hier die Anlage zur Modifikation des Gelb in Rot nur in Streifen auftritt, nicht gleichmässig über die ganze Blütenhülle verteilt, bietet dieser Fall nur eine Modifikation des bisher studierten und zugleich den Beweis für die Existenz einer *alba* von nicht nachweisbar hybridem Ursprung, die mit gelben Sippen keine roten Bastarde gibt.

Wir können zusammenfassend sagen:

1. Das Auftreten rotgefärbter Blütenhüllen bei den Bastarden zwischen gelben und weissen Sippen und das Verhalten der II. und III. Generation lässt sich vollkommen befriedigend erklären durch die schon früher gemachte Ausnahm zweier *aktiver*, unabhängiger, „mendelnder“ Anlagenpaare, in denen stets die „positive“ Anlage dominiert:

$$\begin{array}{c}
 \text{1. Paar.} \\
 \text{Sippe } alba \left\{ \begin{array}{l} \text{keine Farbstoffbildung} \quad - \quad \text{Farbstoffbildung} \\ \text{Modifikation in Rot} \quad - \quad \text{keine Modifikation} \end{array} \right\} \text{ Sippe } gilva \\
 \text{2. Paar.}
 \end{array}$$

Diese Annahme ist der einer latenten Anlage für Rosa, die erst bei der Bastardbefruchtung aktiv werden würde, weit vorzuziehen. Diese supponierte latente Anlage könnte nur in der Sippe *alba*¹⁾ stecken und zöge eine Kette weiterer, unbeweisbarer Annahmen nach sich. So forderte sie eine latente Anlage für *alba* in der Sippe *gilva*, mit der sie ein mendelndes Paar bilden könnte, dann die Dominanz von *alba* über *gilva* neben jener der *rosea* über *alba*, wenn das Verhalten der II. Generation überhaupt eine Erklärung finden sollte. Warum sie aktiv würde, wäre nicht einzusehen. Unverständlich bliebe das Verschwinden des Gelb selbst im reinen Hellrosa, während sich doch beide Merkmale, verschiedenen Paaren angehörig, gut nebeneinander zeigen könnten; und das Auftreten der Streifung in beiden Reihen der II. Generation, der gelben und der roten, würde weitere aktiv werdende latente Anlagen voraussetzen.

Unsere Annahme ist auch aus anderem Grunde die natürlichste. Die roten Sippen müssen einmal aus den gelben — oder umgekehrt die gelben aus den roten — als Neubildung hervorgegangen sein, indem eine neue Anlage zu den vorhandenen hinzukam, oder eine vorhandene verändert wurde. Das einfachste ist, das erstere anzunehmen, und zwar das Hinzukommen einer Anlage für die Modifikation des Gelb in Rot, was aus verschiedenen Gründen

¹⁾ Weil *alba* + *gilva* rosa, *alba* + *flava* rot, *gilva* + *flava* aber *flava* geben.

wahrscheinlicher ist, als die Umwandlung des Rot in Gelb. Mit dieser Anlage operieren wir, und nichts hindert uns, anzunehmen, dass die uns vorliegenden gelb blühenden Sippen aus den roten retrogressiv, durch Latentwerden dieser Anlage, hervorgegangen sind.

Dass es gelb und rot gestreifte und weisse, rot und gelb gestreifte Sippen gibt, ist kein Argument gegen unsere Annahme; die Anlage, die die Modifikation des Gelb in Rot bedingt, kann ebenso gut in Streifen statt gleichmässig verteilt auftreten, wie es jene zur Ausbildung von Farbstoff ja sicher tut.

Diese Erklärungsweise wird sich gewiss auch auf andere, ähnliche Fälle anwenden lassen¹⁾, auch in jenen Verwandtschaftskreisen z. B., wo blaue, rote und weisse Blüten vorkommen; nur ist nicht zu vergessen, dass das eine „*alba*“-Exemplar die modifizierende Anlage enthalten kann, das andere nicht, obwohl sie völlig gleich aussehen und konstant sind, und dass alle gerade vorliegenden Exemplare einer *alba*-Sippe sich so oder so verhalten können. Wie solche verschiedene *alba* entstehen können, haben wir ja gesehen (S. 423 u. f.).

2. Viel weniger befriedigend steht es mit der Erklärung der neuauftretenden Streifung.

Wir sahen schon, dass die Anlage dazu nur in der Sippe *alba* stecken kann, wenigstens hier allein in aktivierbarem Zustand (S. 416); sie bedingt, entfaltet, das Auftreten des Farbstoffes in voller Intensität in Streifen. Sie ist nicht völlig latent, sondern verrät sich gelegentlich durch das Auftreten einzelner Punkte. Dass diese rot sind, und dass der Bastard rote Streifen zeigt, ist durch die ebenfalls in der Sippe *alba* steckende Anlage zur Modifikation des Farbstoffes in Rot bedingt. Fällt diese Anlage weg — wie bei der gelben Reihe in der II. Generation des Bastardes —, so treten gelbe Streifen auf. Die Anlage ist völlig unabhängig, so dass die Streifen auf farblosem (weissem) und gefärbtem Grunde auftreten können und von intensiver Färbung des Grundes nur verdeckt werden (*M. J. alba + rubra*). — Diese (fast) latente Anlage der Sippe *alba* wird nun durch das Hinzutreten des Keimplasmas der Sippe *gilva* — oder einer anderen Sippe, z. B. *rosea*, *pallens*, *rubra* — zur vollen Entfaltung gebracht²⁾.

Soweit liegen die Verhältnisse einfach und übersichtlich. Wie erklärt sich das weitere Verhalten? Es scheint zunächst möglich, es in ähnlicher Weise wie das Auftreten des Rot zu deuten.

¹⁾ Vielleicht auf die rotblühenden Bastarde zwischen gelblichen und weissen Levkoyensippen. Dies Verhalten der I. Generation hat E. TSCHERMAK einige Wochen vor dem Erscheinen meiner ersten Mitteilung über *Mirabilis*-Bastarde angegeben (Der gegenwärtige Stand der MENDEL'schen Lehre usw., S. 18 des S. A., 1902).

²⁾ Nicht jedes Keimplasma ist dazu imstande. Der Bastard *M. J. alba + M. longiflora typ.* blüht homogen fast rein weiss (S. 323), während die Bastarde zwischen gestreift blühenden *Jalapa*-Sippen und *M. longiflora typ.* gestreift blühen.

Wir könnten annehmen, es sei in der Sippe *gilva* eine Anlage x vorhanden, die die Entfaltung der Streifungsanlage veranlasse und in der Sippe *alba* einen latenten Paarling, $x\text{ lat.}$, habe; ebenso habe die fast latente Anlage zur Streifung in der Sippe *alba*, S , einen völlig latenten Paarling, $S\text{ lat.}$, in der Sippe *gilva*, den die dort vorhandene Anlage x nicht zur Entfaltung bringen könne. Dann hätten wir auch hier zwei Anlagenpaare:

$$\begin{array}{c}
 \text{1. Paar.} \\
 \left. \begin{array}{l} \text{Sippe} \\ \text{alba} \end{array} \right\} \overbrace{\left. \begin{array}{l} \text{Streifung fast latent } S - \text{Streifung völlig latent } S\text{ lat.} \\ \text{Anlage } x\text{ latent } \quad x\text{ lat.} - \text{Anlage } x\text{ aktiv } \quad x \end{array} \right\} \begin{array}{l} \\ \text{Sippe} \\ \text{gilva} \end{array} \\
 \text{2. Paar.}
 \end{array}$$

Die dominierende Anlage jedes Paares ist gesperrt gedruckt.

In der I. Generation des Bastardes würde dann die fast latente Anlage zur Streifung durch die Anlage x aktiv gemacht. Bei der Keimzellbildung entstünden viererlei Keimzellen ($Sx\text{ lat.}$, Sx , $S\text{ lat.}$ $x\text{ lat.}$, $S\text{ lat.}$ x), und als II. Generation 16 Kombinationen ($Sx\text{ lat.} + Sx\text{ lat.}$, $Sx\text{ lat.} + Sx$ etc.), die aber nur 2 äusserlich unterscheidbare Klassen bilden würden: gestreiftblühende und ungestreiftblühende Individuen, im Verhältnis 9 : 7 (56,25 pCt. : 43,75 pCt.), fast 1 : 1¹⁾. Dazu würde auch das tatsächlich beobachtete Verhältnis zwischen gestreiften und ungestreiften Individuen der II. Generation (S. 421) zum Teil besser stimmen, also zu 3 : 1.

Die ungestreiften Exemplare würden aus 5 innerlich wesentlich verschiedenen Kombinationen hervorgehen, müssten aber bei Selbstbefruchtung doch alle die gleiche, ungestreifte Nachkommenschaft geben. Dagegen müsste sich ein Unterschied zeigen, wenn man die Rückbastardierung zu den Eltern, zu *alba* und *gilva*, ausführt. Bei beiden würde man finden: auf 4 Exemplare (der II. Generation), die lauter ungestreifte Nachkommen gäben, 1 Exemplar, das lauter gestreifte gäbe, und 2 Exemplare, die gleichviel gestreifte und ungestreifte gäben, wenn sie schon aus verschiedenen Kombinationen stammten.

Zur Kontrolle stehen mir einstweilen nur 3 derartige Verbindungen zur Verfügung, die durch Bestäubung weisser Exemplare der II. Generation mit Pollen der Sippe *gilva* hervorgebracht wurden (S. 425, oben); alle drei gaben gestreifte Nachkommen. Danach ist die oben gegebene Deutung, wenn auch noch nicht unmöglich, so doch wenig wahrscheinlich. Es scheint vielmehr der Zustand der Anlage für die Streifung nach der Bastardbefruchtung in *beiden* Sippen geändert zu sein, so dass das ganze Anlagenpaar, nicht bloss ein Paarling, sich anders verhält: bei der Sippe *gilva* wäre der Zustand der Anlage aus dem vollkommen latenten in den fast vollkommen

¹⁾ Es ist das die Folge davon, dass unserer Annahme nach x nur das S der *alba* und nicht auch das $S\text{ lat.}$ der *gilva* aktiv machen kann.

latenten (den bei der Sippe *alba* vor der Bastardbefruchtung) übergegangen, bei der Sippe *alba* aus dem fast vollkommen latenten in den völlig aktiven.

	Zustand		
	vollkommen latent	fast vollkommen latent	aktiv
Vor der Bastardierung	Anlage der <i>gilva</i>	Anlage der <i>alba</i>	—
Nach der Bastardierung	—	Anlage der <i>gilva</i>	Anlage der <i>alba</i>

Weitere Versuche müssen hier Klärung schaffen.

Leipzig, Botanisches Institut.

20. Einige Bastardierungsversuche mit anomalen Sippen und ihre allgemeinen Ergebnisse.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 41, H. 3, S. 458—484, Taf. V,
1 Textfig., 1905.

Für die Bastarde, die dem von MENDEL entdeckten *Pisum*-Typus folgen, die „mendeln“, wie DE VRIES es nennt, ist zweierlei charakteristisch: 1. das Dominieren des Merkmales des einen Elters über das korrespondierende Merkmal des anderen Elters, und 2. das Spalten der Anlagen für diese Merkmale im Keimplasma bei der Keimzellbildung.

1. Von diesen Kennzeichen ist das Dominieren unzweifelhaft von untergeordneter Bedeutung. Wurde es auch von MENDEL in seiner ersten Mitteilung über Erbsenhybriden scharf betont, so legte er später, als er seine Versuche auf andere Verwandtschaftskreise ausgedehnt hatte, selbst nicht mehr so viel Wert darauf, wie wir jetzt aus seinen an NÄGELI gerichteten Briefen wissen. Er spricht dort zB. von der „Hybridform“ eines Merkmales¹).

Welches Merkmal dominiert nun in einem mendelnden Bastard? Die Eigenschaft, die noch als die charakteristischste angesehen werden kann, ist sein phylogenetisch höheres Alter, dem rezessiven Merkmal gegenüber.

STANDFUSS²) hat bekanntlich als eines der Resultate, zu denen er bei seinen schönen Bastardierungsversuchen mit Schmetterlingen gelangte, das „Grundgesetz“ ausgesprochen, die erdgeschichtlich ältere Art besitze für das physiognomische Gepräge des Bastardes ein ausschlaggebendes Übergewicht. Dieser Ansicht hat sich DE VRIES für die mendelnden Bastarde angeschlossen, indem er an Stelle der Eigenschaften der phylogenetisch älteren Art die phylogenetisch älteren Eigenschaften setzte, während er für die nicht mendelnden Bastarde eine Mittelstellung der Eigenschaft

¹) CORRENS, C., GREGOR MENDEL'S Briefe an CARL NÄGELI, 1866—1873. Ein Nachtrag zu den veröffentlichten Bastardierungsversuchen MENDEL'S. Abhandl. d. K. Sächsischen Gesellschaft d. Wissensch., math.-phys. Klasse, Bd. XXIX, Heft III, p. 201 (1905), G. A. Anhang.

²) STANDFUSS, M., Experimentelle zoologische Studien mit Lepidopteren. Denkschriften d. Schweiz. Naturf. Gesellsch., Bd. XXXVI, 1, p. 79 (1898). Auch schon im Handbuch der palaearktischen Großschmetterlinge, p. 111 (1896).

beim Bastard, also kein Überwiegen oder Dominieren der phylogenetisch älteren, wenigstens als Regel, annahm¹⁾. Doch waren ihm auch Fälle wohl bekannt, wo bei den mendelnden Bastarden die Durchführung dieses Prinzips zu Widersprüchen mit der bisher geltenden Meinung über das phylogenetische Alter eines Merkmales führt. Auch ich hatte unter dem Eindruck der STANDFUSS'schen Arbeit solche Fälle schon vorher für den Mais angegeben²⁾ und später hat E. TSCHERMAK³⁾ „die aprioristische Verquickung der Wertigkeitsfrage und des Deszendenzproblems weder als aussichtsreich noch empfehlenswert“ erklärt.

Nun ist man gewiß im Recht, wenn man Fälle, wie das Dominieren der häutigen Spelzen des gewöhnlichen Maises über die krautigen Spelzen des als Stammform betrachteten „bedecktsamigen“ Maises, oder das der blau blühenden *Datura Tatula* über die weißblühende *Datura Stramonium* für Ausnahmen hält, die möglicherweise nur scheinbar sind. Aber auch jene Fälle, wo dasselbe Merkmal in dem einen Verwandtschaftskreis dominiert, in dem anderen nicht, und die man⁴⁾ in den Vordergrund der Ausnahmen gestellt hat, beweisen, streng genommen, nichts. Denn man kann sich gut vorstellen, daß die Anlage für dasselbe Merkmal im einen Verwandtschaftskreis ursprünglich vorhanden, also phylogenetisch älter, im andern neu aufgetreten, also jünger, ist. Die Lebensdauer dürfte besonders instruktive Beispiele liefern. Es dominiert bei *Hyoscyamus niger annuus* + *H. niger biennis* die Zweijährigkeit über die Einjährigkeit⁵⁾, und bei *Beta „patula“* + *B. vulgaris* die Einjährigkeit über die Zweijährigkeit. Wir können annehmen, daß bei *Hyoscyamus* die Einjährigkeit, bei *Beta* die Zweijährigkeit phylogenetisch jünger ist, denn exakt beweisen läßt sich das Gegenteil, das ich für wahrscheinlicher halte, nicht. Bei dem Bastard zwischen dem ein- oder zweijährigen *Scleranthus annuus* und dem ausdauernden *S. perennis*, der zweijährig ist⁶⁾, läßt sich ebensowenig etwas bestimmtes sagen. Es ist eben fast jede Entwicklungsreihe umdrehbar. Bilden die Sippen A und B eine solche, so kann ebensogut A aus B als B aus A entstanden sein. Eine

¹⁾ DE VRIES, H., Das Spaltungsgesetz der Bastarde (Vorl. Mitteil.). Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XVIII, p. 83 (1900), und Mutationstheorie, Bd. II, passim.

²⁾ CORRENS, C., Untersuchungen über die Xenien bei *Zea Mays*. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XVII, p. 413 (1899), G. A. 1, 4.

³⁾ TSCHERMAK, E., Über Züchtung neuer Getreiderassen usw. Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österr. 1901.

⁴⁾ DE VRIES, H., Mutationstheorie, Bd. II, p. 39.

⁵⁾ CORRENS, C., Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale usw., Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXI, p. 195 (1903), G. A. 13, 343, und: Ein typisch spaltender Bastard zwischen einer einjährigen und einer zweijährigen Sippe des *Hyoscyamus niger*, ebend. Bd. XXII, p. 517 (1904), G. A. 18, 408. Dort auch die Literatur über den *Beta*-Bastard.

⁶⁾ MURBECK, S., Neue und wenig bekannte Hybriden. Acta horti Bergiani, Bd. 2, No. 5, p. 3, 1894.

sichere Entscheidung über die Richtung ist nur da möglich, wo sich die Reihe nicht umdrehen läßt, weil die eine Sippe aus irgend einem Grunde nicht aus der andern hervorgegangen sein kann.

2. Das Hauptkennzeichen der mendelnden Bastarde ist das Spalten der Anlagenpaare bei der Keimzellbildung. Die Frage, welche Merkmalspaare spalten und welche nicht, ist also viel wichtiger als die, warum das eine Merkmal eines Paares über das andere dominiert.

Nun war von vornherein soviel klar, daß Rassen-Bastarde zu spalten pflegen und (Art- und) Varietäten-Bastarde nicht, wie ich gleich in der ersten Veröffentlichung hervorgehoben habe¹⁾. Dabei war mit NÄGELI unter Rassenbildung ein Prozeß verstanden, bei dem latentgebliebene Anlagen wieder lebendig gemacht (und vorhandene in anderer Weise kombiniert) werden, während bei der Varietätenbildung neue Anlagen im Idioplasma entstehen²⁾. In ähnlicher Weise unterscheidet nun DE VRIES bekanntlich „Varietät“ und (Elementar-) „Art“³⁾: jene entsteht dadurch, daß die Anlage für ein aktives Merkmal latent wird (retrogressiv) oder aus dem latenten Zustand wieder in den aktiven tritt (degressiv), diese entsteht durch Hinzutritt einer neuen Anlage zu den schon vorhandenen (progressiv)⁴⁾. Daraus erklärt DE VRIES auch in überaus einfacher Weise, warum die Anlagen bei dem einen Merkmalspaar spalten, bei dem andern Merkmalspaar aber eine konstante Nachkommenschaft liefern. Werden zwei Varietäten (Rassen NÄGELI's) verbunden, so kommen dieselben Anlagen, nur in verschiedenem Zustande der Aktivität (latent und aktiv), zusammen; es entsteht ein wirkliches Anlagenpaar, und das kann dann auch wirklich gespalten werden. Werden dagegen zwei (Elementar-) Arten (Varietäten NÄGELI's) verbunden, so findet die den Unterschied ausmachende, neu hinzugekommene Anlage der einen Sippe keinen Paarling aus der andern Sippe vor, und deshalb wird auch bei

¹⁾ CORRENS, C., G. MENDEL'S Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XVIII, p. 167 (1900), G. A. 2, 22.

²⁾ v. NÄGELI, C., Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, p. 247 (1884).

³⁾ DE VRIES, H., Die Mutationstheorie, Bd. I u. II, an vielen Stellen.

⁴⁾ Bei der Sippenbildung scheint es außerdem Fälle zu geben, die in dieses Schema überhaupt nicht hineinpassen wollen, so das progressive Latentwerden von Anlagen. Das beste Beispiel für ein solches ist die Ausbildung eingeschlechtiger Blüten aus zwittrigen bei den Angiospermen. Niemand wird die Zweihäusigkeit eines *Melandrium album* wirklich als den ursprünglichen Zustand betrachten wollen, der durch einen retrogressiven oder degressiven Prozeß aus dem zwittrigen wieder hergestellt worden sei. Sie muß also progressiv zustande gekommen sein und besteht trotzdem in einem (mehr oder weniger vollkommenen) Latentwerden von Anlagen. Andere Beispiele, die freilich nicht gleich sicher sind, dürften noch viele Fälle des Latentwerdens von Blütenteilen, von Fiederblättchen usw. liefern.

der Keimzellbildung nichts gespalten, sondern die Anlage geht auf alle Keimzellen gleichmäßig über¹⁾.

Ich habe schon an anderer Stelle²⁾ auf Verschiedenes aufmerksam zu machen gesucht, was gegen diese Unterscheidung von „bisexueller“ und „unisexueller“ Vererbung eingewandt werden muß, und werde hier nicht darauf zurückkommen. Die Theorie wird überhaupt unhaltbar, sobald es gelingt, typisches Spalten bei einem (monohybriden) Bastard zu finden, der zwei Sippen verbindet, von denen die eine sicher progressiv, durch Neubildung einer Anlage, aus der andern entstanden ist. In den meisten Fällen ist hierüber keine sichere Entscheidung möglich, denn gewöhnlich läßt sich ja nicht bestimmen, ob die Sippe B aus der Sippe A durch eine Änderung im Zustande eines Merkmales, oder die Sippe A aus der Sippe B durch Hinzukommen eines neuen Merkmales entstanden ist. Eine Entscheidung kann auch hier nur dann gefällt werden, wenn man mit Bestimmtheit sagen kann: Die Sippe A kann nie wie die Sippe B ausgesehen haben. Dann muß die Sippe B aus der Sippe A progressiv entstanden sein.

Dieser Anforderung dürften einige der Merkmale bei Hühnerrassen genügen, die BATESON bereits auf ihr Verhalten bei der Bastardierung studiert hat: Die monströsen Käämme („pea-comb“ und „rose comb“) und wohl auch der Fuß mit der Extrazehe³⁾. Auf botanischem Gebiete würde ihr wohl die „Löffelgranne“ des *Hordeum trifurcatum* entsprechen, vielleicht auch die Blütenfüllung; schon KÖLREUTER sah bei den Bastarden zwischen einfachen und gefüllten Sippen z. T. die Füllung dominieren⁴⁾.

Die nachfolgenden Beobachtungen dürften nach dem eben ausgeführten in doppelter Hinsicht von Interesse sein. Sie lehren zwei Fälle kennen, in denen 1. das phylogenetisch sicher jüngere Merkmal über das ältere dominiert, und in denen 2. ein Paar Merkmale spaltet, von denen das eine sicher als Neubildung, also progressiv entstanden ist.

¹⁾ DE VRIES, H., Die Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXI, p. 45 (1903), und Mutationstheorie, Bd. II (1903) an verschied. Stellen. Auch wenn der Unterschied von „unisexueller“ und „bisexueller“ Vererbung zu Recht bestehen sollte, wird der Begriff „Merkmalspaar“ in allgemeiner Anwendung bleiben, denn niemand könnte dann im vornherein sagen, ob den zwei korrespondierenden Merkmalen ein Anlagenpaar zugrunde liegt oder nicht. Einzig der Bastardierungsversuch würde die Entscheidung bringen.

²⁾ CORRENS, C., Die Merkmalspaare beim Studium der Bastarde. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXI, p. 202 (1903), G. A. 14, 350.

³⁾ BATESON and SAUNDERS, Report I, p. 137 (1902).

⁴⁾ So erhielt er (3. Fortsetzung, p. 119 u. f.) von *Aquilegia vulgaris plena* × *A. canadensis* 20 Individuen, von denen 8 gefüllt waren, und von *Dianthus chinensis simplex* × *D. „hortensis“ plenus* ein gefülltes Exemplar (3. Fortsetzung, p. 109).

Bei Zierpflanzen aus verschiedenen Verwandtschaftskreisen (der Symptalen, so viel ich sehe) sind Sippen bekannt, bei denen der Kelch der Blüte das Aussehen der Blumenkrone angenommen hat. Man spricht dann von „Calycanthemie“, von einer „*f. calycanthera*“ oder „*f. duplex*“, von einer „Hose in Hose“-Rasse. Die Veränderung betrifft nicht nur die Färbung und Gestalt des Kelches, sie erstreckt sich auch, wie im folgenden noch genauer gezeigt werden wird, auf den anatomischen Bau des Organes¹⁾. Soweit das Kelchblatt modifiziert ist, ist es ganz zu einem Blumenblatt geworden, nicht bloß blumenblattähnlich; es ist soweit durch ein solches ersetzt. Diese Fälle scheinen hübsch zu der Theorie der spezifischen Stoffe, ihren Bahnen und der gelegentlichen Entgleisung aus diesen Bahnen, zu stimmen, aber schon die erbliche Fixierung dieser „Entgleisung“ gibt zu denken.

Am längsten ist die calycanthe Form der Gartenschlüsselblume („*Polyanthus*“) bekannt, sicher seit 150 Jahren. Ich habe mit ihr zu experimentieren begonnen, meine Versuche sind aber noch nicht weit genug gediehen, um darüber berichten zu können. Wesentlich kürzere Zeit ist die *f. calycantherus* in der Sippe des *Mimulus luteus* (im weitesten Sinne) bekannt und noch weniger lang von *Campanula medium*.

Über Versuche mit diesen zwei Sippen will ich im folgenden berichten²⁾; die Versuche mit der calycanthen Form der *Campanula persicifolia* (*f. „coronata“* der Gärtner) sind erst angefangen. Ich stelle *Campanula medium*, das am genauesten untersuchte und in mancher Hinsicht besonders instruktive Objekt, voran.

I. *Campanula medium f. typica* + *f. calycanthera*.

1. Die *Calycanthera*-Sippe.

Nach der freundlichen Mitteilung der Firma Haage & Schmidt in Erfurt wurde die *f. calycanthera* 1872 von der damaligen Firma Waite & Co., Southwarkstreet, London, eingeführt und in der Illustrierten Gartenzeitung 1873, p. 113, erwähnt. GOEBEL³⁾ hatte sie 1886 noch nicht gesehen, und PENZIG⁴⁾

¹⁾ Es gilt das auch für die *f. calycanthera* der Gartenprimel. Mir ist nicht bekannt, daß der feinere Bau derartiger Kelche schon mit dem der normalen Kelche und der Blumenblätter verglichen worden wäre.

²⁾ Aus der Literatur ist mir nur eine einzige einschlägige Beobachtung bekannt geworden: GÄRTNER (Bastarderzeugung, p. 561, 1849) sagt: „die *Primula acaulis*—(*elatior*) *calycanthera* hatte den weiten Kelch und die noch etwas vergrößerte Corolle der *acaulis* mit der Farbe der *calycanthera* angenommen“. Hinter den „weiten Kelch“ der *P. acaulis* hat schon W. O. FOCKE (Pflanzenmischlinge, p. 247) mit Recht ein Fragezeichen gesetzt; diese Art hat in Wirklichkeit einen walzenförmigen, anliegenden Kelch. Da man über die Individuenzahl des Bastardes nichts erfährt, läßt sich nach dem, was die im folgenden beschriebenen Versuche ergaben, mit der ganzen Angabe nichts anfangen.

³⁾ PENZIG, O., Pflanzeneratologie, Bd. II, p. 107 (1894).

⁴⁾ GÖBEL, K., Beiträge zur Kenntnis gefüllter Blüten. Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. XVII, p. 260 (1886).

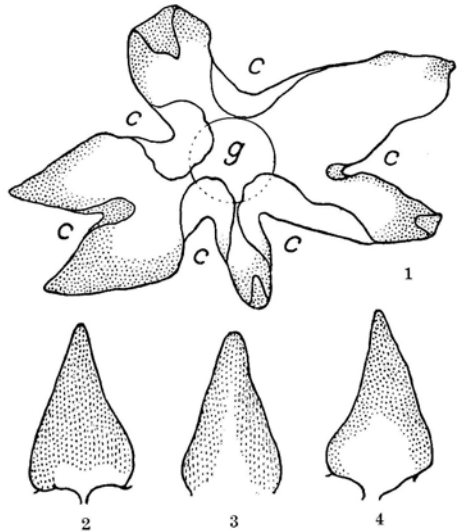
gibt nur an, daß sie ihm von COSTERUS zugesandt worden sei. Jetzt ist sie weit verbreitet.

In der Färbung stimmt, soweit meine Erfahrungen reichen, der petaloide Kelch stets mit der Blumenkrone überein; er verträgt sich mit jeder Nuance, ebenso mit Überzahl der Quirlglieder und mit der echten „Füllung“, die hier in dem Auftreten weiterer (alternierender) Kronen und in einer petaloiden Ausbildung der Staubgefäße bestehen kann.

In extremen Fällen sind selbst die letzten Reste der Kelchsubstanz verschwunden (Fig. 5, Taf. III), die sonst wenigstens als grüne Spitzen erhalten sind (Fig. 4).

Als anderes Extrem finden sich Pflanzen, bei denen die Kelchzipfel relativ schwach umgebildet sind. Die nebenstehende Textfigur zeigt noch lange keinen besonders schlechten *Calycanthena*-Kelch; auf Schwierigkeiten, die *f. calycanthena* von der *f. typica* zu scheiden, bin ich jedoch nie gestoßen. Annähernd parallel dem Grade der Umwandlung geht der Grad der Verwachsung. Bei „schöner“ *Calycanthena* sind die Zipfel genau so weit verwachsen, wie bei der Blumenkrone (Fig. 5) bei „schlechter“ bleiben sie fast bis zum Grunde getrennt (Fig. 2, Taf. III; Textfigur); im einen Fall ist die Form glockig, im andern radförmig. Die „Anhängsel“ der Kelchbuchten (die Kommissuralappen), die die Sektion *Medium* der Gattung *Campanula* charakterisieren, fehlen bei ganz schöner *Calycanthena* vollständig (Fig. 5, Taf. III), während sie bei schlechter noch gut ausgebildet sind (Textfigur). Zwischen den Extremen finden sich alle Übergänge.

Die Basis und die Mediane des Kelchzipfels zeigen die Umwandlung zuerst, der Rand und — wie schon bemerkt wurde — die Spitze zuletzt; die einzelnen Zipfel desselben Kelches können sich ziemlich auffallend verschieden verhalten, wie das die Textfigur auch zeigt. Bei allen derartigen genauer untersuchten, fünfzähligen Kelchen war unschwer zu erkennen, daß der Grad der Umwandlung im Zusammenhang mit der genetischen Spirale stand, der die



1. Der Kelch einer schlechten *Calycanthena*-Blüte, sechszipfelig, von unten gesehen; *g* die Insertion des Gynaeceum, *c* die Kommissuralappen. 2—4 einzelne Kelchzipfel, von unten gesehen, von einer schlechten *Calycanthena*-Blüte. In allen Figuren ist das grüne Gewebe schraffiert, das petaloid ausgebildete Gewebe weiß gelassen.

Anlage der Kelchblätter folgt ($\frac{2}{5}$), derart, daß das erste Blatt am meisten grün, das fünfte am stärksten blumenkronartig ausgebildet war.

Die Veränderung beschränkt sich nicht auf die Form und die Farbe, sondern dehnt sich auf den ganzen Bau aus: Die Spaltöffnungen der Oberseite verschwinden fast vollkommen, wie sie auf der Kroneninnenseite auch nur spärlich zu finden sind, während sie auf der Unterseite, wie bei der Kronenaußenseite, erhalten bleiben, die Epidermiszellen werden höher und die Cuticula wird fein gefaltet-gestreift, wie bei der Krone, die Palisaden der annähernd isolateral gebauten Kelchzipfel schwinden und machen dem Sternparenchym der Krone Platz, das statt der Chloroplasten nur mehr kleine Leukoplasten führt. Wie die petaloiden Teile des Kelches von den noch grünen in der Farbe nicht scharf abgesetzt sind, so geht auch der anatomische Bau der einen allmählich in den Bau der andern über.

Der Grad der Umbildung variiert nicht nur von Individuum zu Individuum, sondern auch, wenngleich in viel geringerem Grade, von Blüte zu Blüte beim selben Individuum, sodaß die Abschätzung der „Güte“ beträchtlichen Schwierigkeiten begegnet. Eine bestimmte Periodizität¹⁾ ist mir nur insofern aufgefallen, als die letzten Blüten oft schlechter calycanth sind, doch habe ich mich nicht eingehender mit ihr beschäftigt.

Wie weit der so verschiedene Grad der Calycantheme auf der Anwesenheit verschiedener erblich fixierter Sippen mit transgressiver Variabilität beruht (sie spielen gewiß eine bedeutende Rolle), und wie weit sie individueller Natur ist, d. h. von äußeren (Ernährungs-) Einflüssen abhängt, muß erst noch geprüft werden²⁾. Die Versuche, durch Selbstbestäubung Samen von verschiedenen gut ausgebildeten *Calycanthema*-Individuen zu erhalten, schlugen, wie wir gleich sehen werden, bis jetzt stets fehl, und die Bastarde zwischen der *f. typica* einerseits und ausgesucht „schöner“ und „schlechter“ *f. calycanthema* andererseits, die wenigstens Anhaltspunkte zu einer Beantwortung liefern könnten, haben noch nicht geblüht.

Mit der petaloiden Ausbildung des Kelches sind zwei weitere Merkmale, in der Ausbildung der Kapseln und in der Fruchtbarkeit, verbunden. Während die Sippen der *Campanula medium* mit typischem Kelch Kapseln bilden, deren fünf Fächer mit Klappen aufspringen, je mit einer am Grunde jedes Faches, bleiben bei der *f. calycanthema* die Kapseln geschlossen. Ausnahmsweise fand ich freilich auch bei der *f. typica* nicht aufspringende Kapseln oder Kapseln mit einzelnen, nicht aufspringenden Fächern, und noch seltener

¹⁾ Vgl. dazu TAMMES, T., Die Periodizität morphologischer Erscheinungen bei den Pflanzen (Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam, Tweede Sectie, Deel IX, No. 5), im III. Teil, und die den Ausgangspunkt bildenden Beobachtungen DE VRIES', z. B. Über die Periodizität partieller Variationen (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XVII, p. 45, 1899) usw.

²⁾ Vgl. auch p. 441, Anm. 1.

bei Sippen mit petaloidem Kelch Kapseln, bei denen das eine oder andere Fach sich etwas öffnete, aber nie eine normale Kapsel. Dadurch wird zwar die scharfe Abgrenzung der *f. calycanthemea* von der *f. typica* nach diesem Merkmal wohl erschwert, der Unterschied selbst bleibt aber bestehen. Die *f. calycanthemea* liefert ferner beim freien Abblühen viel weniger Samen als die *f. typica*, oder gar keinen; nach künstlicher Bestäubung verschiedener Art habe ich überhaupt nur ausnahmsweise einmal einzelne Samen erhalten¹⁾. — Hand in Hand mit diesen Merkmalen geht ein zarterer Bau der Kapselwand und eine geringere Größe der ganzen Kapsel. In extremen Fällen nimmt die Fruchtknotenwand sogar zum Teil die Farbe der Blumenkrone an (Fig. 5; der anatomische Bau ist leider nicht studiert worden); die Samenproduktion war dann stets gleich Null.

Alle diese Eigenschaften stehen offenbar in direkter Korrelation; die Modifikation der Kelchblätter wird das Primäre sein, und die übrigen Veränderungen werden von ihr abhängen. Das Androeceum bleibt dabei vollkommen intakt; der Pollen der *f. calycanthemea* ist so reichlich, die Körner sind durchgängig so gut ausgebildet und genau ebenso tauglich, wie bei der typischen Form.

Die Sterilität des Gynaeceum dürfte mit der Unterständigkeit des Fruchtknotens zusammenhängen; wenigstens ist, wie wir sehen werden, *Mimulus tigrinus calycanthemus*, dessen Fruchtknoten oberständig ist, sehr oft normal fruchtbar (p. 445), und auch *Primula polyantha calycanthemea* war, legitim bestäubt, wenigstens oft fruchtbar. Ob sich ein äußerer Grund für die Sterilität feststellen läßt, müssen erst weitere Untersuchungen zeigen; die Samenanlagen der *f. calycanthemea*, die ich untersuchte, unterschieden sich nicht von denen der *f. typica* und besaßen einen gut ausgebildeten Embryosack.

Es ist das ein interessanter Fall einer echten Korrelation zwischen einem vegetativen Merkmal — der Ausbildung des Kelches als Blumenkrone — und einem sexuellen Merkmal — der völligen oder teilweisen Sterilität der Samenanlagen²⁾. Eine solche Korrelation von Merkmalen ist natürlich etwas ganz anderes, als die „Konjugation“, die „Verkoppelung“ von Merkmalen, wie der Blütenfarbe und Behaarung bei gewissen Levkojen, die man auch schlechthin als „Korrelation“ bezeichnen zu müssen geglaubt

¹⁾ Dieser Unterschied in der Fruchtbarkeit, je nachdem die Blüten sich selbst, d. h. der Bestäubung durch die Insekten, überlassen oder künstlich befruchtet wurden, muß auffallen. Individuelle Verschiedenheiten können nicht wohl der Grund sein, dazu wurden zu viel Exemplare geprüft, Selbststerilität auch nicht, denn der Pollen anderer Individuen derselben Sippe und der *f. typica* war nicht wirksamer; am ehesten kann noch die Behandlungsweise schuld sein, obwohl die genau so behandelte *f. typica* stets reichlich ansetzte.

²⁾ Einen anderen Fall habe ich beim Mais gefunden: Scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XX, p. 159 u. f. (1902), G. A. 9, 285 u. f.

hat¹⁾. Ein neues, instruktives Beispiel einer solchen Verkoppelung werden die folgenden Versuche kennen lehren. Denn alle die Merkmale, die den *Calycanthera*-Kelch von dem typischen Kelch unterscheiden, verhalten sich bei der Vererbung wie ein Merkmal, obwohl sie sicher durch eine ganze Anzahl eigentlich getrennter Anlagen bedingt sind.

Die *f. calycanthera* der *C. persicifolia* verhält sich ganz ähnlich; bei der mir vorliegenden Sippe nimmt auch der Fruchtknoten die weiße Farbe der Krone an und ist absolut steril.

Die *f. typica* der *C. medium* kann nie wie die *f. calycanthera* ausgesehen haben. Niemand wird annehmen wollen, die typischen, grünen Kelchblätter wären aus Blumenblättern hervorgegangen²⁾. Abgesehen davon macht auch schon die sehr stark herabgesetzte Fruchtbarkeit, resp. die völlige Sterilität der *Calycanthera*-Sippe das unmöglich. Die *f. calycanthera* muß also progressiv aus der *f. typica* hervorgegangen sein; sie kann weder retrogressiv durch einfaches Latentwerden der Anlage des *Typica*-Kelches, noch degressiv durch Aufleben einer ehemals aktiv gewesenen *Calycanthera*-Anlage entstanden sein³⁾. Es kann auch nicht umgekehrt die *f. typica* aus der *f. calycanthera* retrogressiv oder degressiv entstanden sein, denn das würde im Grunde auf dasselbe herauskommen⁴⁾.

¹⁾ BATESON and SAUNDERS, I. Report. p. 126 (1902).

²⁾ Die Existenz von Fällen, wo der Kelch normal petaloiden Charakter hat (z. B. *Glauca*), ändert hieran nichts.

³⁾ Für die degressive Sippenbildung gilt natürlich die gleiche Überlegung, wie für die retrogressive. Wenn eine latent gewordene Anlage wieder aktiv wird, sinkt die Sippe dadurch auf ein früheres Stadium herab; eine Sippe, die nicht als Durchgangsstadium in den Stammbaum paßt, kann also nicht degressiv entstanden sein. Was gewöhnlich als degressiv entstanden aufgefaßt wird, z. B. die „zwangsgedrehten“ Sippen, verdient demnach diese Bezeichnung gar nicht; denn es wird niemand im Ernst behaupten wollen, daß die zwangsgedrehten Sippen ein Durchgangsstadium für die normalen gewesen seien und nun wieder als Rückschläge aufträten. Es handelt sich hier ja auch um latente Anlagen, aber um Anlagen, die nie wirklich aktiv waren — wie das z. B. bei echter retrogressiver oder degressiver Sippenbildung der Fall ist —, sondern um ein progressives Aktivwerden; die Latenz derartiger Anlagen, wie die Zwangsdrehungen sie erfordern, ist nichts anderes als die (sehr lang hingezogene) Latenz der Prämutationszeit, der „mutable“ Zustand, wie DE VRIES ihn genannt hat. (Wie ich nachträglich sehe, hat schon v. WETTSTEIN [Festschrift f. ASCHERSON, 1904, p. 509 u. f.] seine fasziierte Sippe des *Sedum reflexum* als progressive Mutation aufgefaßt.) — Echte Degression scheint mir von Retrogression und Progression oft nur schwer unterscheidbar zu sein, z. B. durch das Zahlenverhältnis der zweierlei in Frage kommenden Individuen. Wenn das rote Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) hier und da einen Stock mit weißen Blüten hervorbringt, so liegt ein retrogressiver Prozeß vor; die Anlage zur Farbstoffbildung wird latent. Würde das Weidenröschen für gewöhnlich weiß blühen und einzelne rotblühende Stöcke hervorbringen, so würde man von degressiver Sippenbildung sprechen, weil wir die vielen rotblühenden Verwandten kennen; würden solche Verwandten fehlen (oder sehr selten sein), so müßte man für die Entstehung der rotblühenden Pflanzen einen progressiven Prozeß annehmen.

⁴⁾ Vgl. auch p. 449.

2. Der Bastard *Campanula medium*, *f. typica* + *f. calycanthemea*.

A. Die I. Generation des Bastardes.

Anfangs Juli 1898 habe ich die sorgfältig in der Knospe kastrierten und geschützten Blüten eines Exemplares der gewöhnlichen Form der *C. medium* mit dem Pollen eines ziemlich schönen Individuum der *f. calycanthemea* bestäubt und lauter gut entwickelte, samenreiche Kapseln erhalten. Von der gewöhnlichen Form gab es damals ein ganzes Beet voll im System des botanischen Gartens in Tübingen; in Hinsicht auf den Kelch waren es lauter typische Exemplare. Auf dem Beete der *f. calycanthemea* standen nur drei Pflanzen, zwei, die diesen Namen verdienten, und eine gefüllt blühende mit typischem, grünem Kelch. Die Farbe der Blüten war das gewöhnliche Blau.

Ich kam erst 1900 dazu, einen Teil der Samen auszusäen, und hatte 1901 128 blühende Pflanzen, von denen $55 = 43\%$ zur typischen Form und $73 = 57\%$ zur *f. calycanthemea* gehörten. Ich habe versucht, nach den seinerzeit gemachten Notizen die „Güte“ der *Calycanthemea*-Individuen zu taxieren, wie es später sofort geschah; danach hätten etwa 25 die Note „gut“, 34 die Note „mittel“ und 14 die Note „schlecht“ erhalten. *C. medium* ist bekanntlich zweijährig, ein Teil der Individuen, etwa 12, blühte 1901 noch nicht; zwei von diesen „Trotzern“ nahm ich mit nach Leipzig, wo sie 1902 zur Blüte kamen. Einer gehörte zur *f. typica* und einer zur *f. calycanthemea*. Einjährige Exemplare (die also im Jahre der Aussaat geblüht hätten) habe ich überhaupt nie beobachtet.

Der Rest der Samen wurde erst 1902 ausgesät und gab im Jahre 1903 64 blühende Pflanzen, von denen 29 zur *f. typica* und 35 zur *f. calycanthemea* gehörten. Dazu kamen noch 15 „Trotzer“, die erst 1904 blühten; 8 davon waren *f. typica* und 7 *f. calycanthemea*. Die 42 *Calycanthemea*-Individuen wurden sofort nach ihrer Güte beurteilt; 16 erhielten die Note „gut“, 17 die Note „schlecht“; bei 9 war ich zweifelhaft, wohin ich sie bringen sollte.

Der ganze Versuch hatte also ergeben:

C. med. f. typ. + f. calyc.

	I. Aussaat				II. Aussaat				I. u. II. Aussaat	
	1901	1902	zus.	%	1903	1904	zus.	%		%
<i>f. typica</i>	55	1	56	43	29	8	37	47	93	44,5
<i>f. calycanthemea</i>	73	1	74	57	35	7	42	53	116	55,5
	128	2	130	100	64	15	79	100	209	100

Ungefähr die Hälfte der Bastardpflanzen hatte also den typischen Kelch, die Hälfte den petaloiden; daß diese letzteren bei beiden Aussaaten überwogen, ist kaum zufällig.

Dies Resultat konnte an und für sich verschieden gedeutet werden. So konnte der *Calycanthemea*-Charakter rezessiv sein: dann mußte die bestäubte

Pflanze mit typischem Kelch ein Bastard *f. typica* + *f. calycanthemea* gewesen sein, und die Nachkommen mit dem petaloiden Kelch wären keine Bastarde. Oder er konnte dominieren: dann mußte die den Pollen liefernde Pflanze mit petaloidem Kelch ein Bastard derselben Herkunft gewesen sein, und die Nachkommen mit dem normalen Kelch wären keine Bastarde. Wenn auch manche Anzeichen von vornherein für die zweite Annahme sprachen, so konnte doch nur die zweite Generation eine sichere Entscheidung bringen.

B. Die II. Generation des Bastardes.

Schon 1901 wurden mit 9 Exemplaren des Bastardes, die zur *f. calycanthemea* gehörten, verschiedene Bestäubungsversuche angestellt: Die reifen Narben der geschützten¹⁾ Blüten wurden teils mit eigenem Pollen, teils nach der Kastration mit dem Pollen anderer, gleichartiger Individuen oder mit jenem solcher Geschwister bestäubt, die der *f. typica* entsprachen, ohne daß ich Samen erhalten hätte. Drei Exemplare des Bastardes dagegen, die normale Kelche besaßen, gaben (unter allen Kautelen) sowohl bei Selbstbestäubung, als auch bei der Bestäubung mit der *f. calycanthemea* (wofür die Blüten sorgfältig kastriert worden waren) in jedem einzelnen Falle tadellose Kapseln mit zahlreichen Samen. Die benutzten, der *f. calycanthemea* entsprechenden Individuen müssen also vollkommen taugliche Pollenkörner und vollkommen untaugliche Samenanlagen besessen haben.

1902 versuchte ich nochmals mit den beiden von Tübingen mitgenommenen Trotzern, von denen der eine der *f. typica*, der andere der *f. calycanthemea*, und zwar ziemlich schlechter, entsprach, alle vier möglichen Verbindungen herzustellen. Die zur Bestäubung verwendeten Blüten wurden sorgfältig kastriert und geschützt, außerdem die ganze *Calycanthemea*-Pflanze noch durch einen Gasesack abgesperrt. Das Ergebnis ist in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt.

	Zahl der bestäubten Blüten	Zahl der reifen Kapseln
1. <i>C. med. hybr., typ. × typ.</i> (Selbstbestäubung)	3	3
2. „ „ „ <i>typ. × calycanthemea</i>	4	4
3. „ „ „ <i>calycanthemea × typ.</i>	8	—
4. „ „ „ <i>calcyanth. × calcyanth.</i> (Selbstbestäubung) . .	7	—

Also auch hier zeigte sich wieder die vollkommene Tauglichkeit des Pollens und die ebenso vollkommene Untauglichkeit des Gynaecium bei dem *Calycanthemea*-Exemplare. Denn die Samenmenge war bei 1 und 2 die gleiche (soweit das ohne Einzelzählung beurteilt werden konnte); bei 3 und 4 sah

¹⁾ Für einzelne Blüten benutze ich Säcke aus feinem, dichtem Moll, die nicht zugebunden, sondern zugesteckt werden, mit feinen Insektennadeln, nachdem das offene Ende dreieckig um den Stiel eingefaltet worden ist.

es zwar zunächst so aus, als ob sich die Fruchtknoten normal entwickeln würden, das Resultat war aber schließlich doch Null.

Die Samen der Versuche 1 und 2 wurden 1903 ausgeeät, und die jungen Pflanzen ins Freie pikiert. Sie gaben 1904 blühende Pflanzen, deren Beschaffenheit in den folgenden zwei Tabellen enthalten ist.

1. Versuch. *C. med. hybrid., f. typ. + f. typ.*

	Beet 1	Beet 2	Beet 1 und 2 zusammen	
<i>C. med. typ.</i>	99	118	217	97,3%
<i>C. med. calycanthera</i>	2	4	6	2,7%
	101	122	223	100,0%

Von den 6 *Calycanthera*-Individuen erhielten 3 die Note „schlecht“ und 3 die Note „mittel“.

2. Versuch. *C. med. hybrid., f. typ. + f. calycanthera.*

	Beet 1	Beet 2	Beet 1 und 2 zusammen	
<i>C. med. typ.</i>	6	7	13	43%
<i>C. med. calycanthera</i>	10	7	17	57%
	16	14	30	100%

Von den 17 *Calycanthera*-Individuen dieses Versuches wurden 10 mit der Note „schlecht“, 6 mit der Note „mittel“ und 1 mit der Note „gut“ bedacht¹⁾.

Zu dem gleichen Resultat hatte ein kleiner Versuch geführt, der mit den 1901 erzielten Samen (p. 440 oben) ausgeführt worden war: 1903 blühten 8 Pflanzen; 4 davon hatten den typischen Kelch und 4 gehörten zur *f. calycanthera*.

Das Auftreten der 6 *Calycanthera*-Individuen unter den 217 mit normalem Kelch versehenen (Vers. 1) mußte überraschen. Es ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß bei dem Ausschütteln der Samen des Versuches 2 einige weg und, wie sofort bemerkt und auf der Samenschachtel notiert wurde, möglicherweise zu denen des Versuches 1 sprangen. Auch andere Fehlerquellen will ich nicht ganz in Abrede stellen. Wenn wir jedoch die bald zu besprechenden Versuche mit der *Calycanthera*-Sippe des *Mimulus* vergleichen, wird es wenigstens möglich, daß der Erscheinung eine tiefere Ursache zugrunde liegt.

Davon abgesehen, erklärt sich das beobachtete Verhalten ungezwungen aus der Annahme, daß der monströse (*Calycanthera*-) Kelch über den normalen Kelch dominiert, und das Merkmalspaar in typischer Weise spaltet, wie die folgende Darlegung zeigt.

¹⁾ Da der Pollen von einem „ziemlich schlechten“ *Calycanthera*-Individuum stammte geht aus obigem Befund hervor, daß die petaloide Ausbildung des Kelches fluktuierender Variation stark unterworfen sein muß.

Die Pflanze mit normalem Kelch, die die Samenanlagen zu der Bastardierung lieferte, war echt, die den Pollen liefernde *Calycanthes*-Pflanze dagegen war schon ein Bastard zwischen der reinen *f. calycanthes* und der *f. typica*, der sein Aussehen dem Dominieren der *Calycanthes*-Anlage verdankte und spaltete¹⁾. Die Folge war, daß die Hälfte der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner die Anlage für einen normalen Kelch, die Hälfte jene für einen petaloiden Kelch enthielt. Aus der Bastardierung mußten dann die zweierlei Pflanzen, die wirklich beobachtet wurden, in annähernd gleichen Zahlen hervorgehen: aus *f. typica* ♀ + *f. calycanthes* ♂ die *f. calycanthes*, und aus *f. typica* ♀ + *f. typica* ♂ die *f. typica*. Die einen waren nach der Terminologie BATESON's Heterozygoten, die andern Homozygoten; jene mußten wieder spalten und Keimzellen mit der einen oder andern Anlage hervorbringen, diese lauter Keimzellen mit einer Anlage, der für den normalen Kelch. Bei Selbstbestäubung hätten also diese *Calycanthes*-Individuen eine Nachkommenschaft geben müssen, die aus 75% *Calycanthes*-Individuen und 25% typischen Individuen bestanden hätte, bei Bestäubung mit dem Pollen der *f. typica* aber eine Nachkommenschaft, die sich aus 50% *Calycanthes*- und 50% *Typica*-Individuen zusammengesetzt hätte. Diese Konsequenzen waren nicht prüfbar, weil sich, wie wir sahen, die *Calycanthes*-Individuen bisher auf keine Weise künstlich befruchten ließen. Die *Typica*-Individuen mußten dagegen bei Selbstbestäubung nur Individuen der *f. typica* geben und bei der Bestäubung mit dem Pollen ihrer Schwesterindividuen, die *calycanth* und Bastarde waren, eine Nachkommenschaft hervorbringen, die sich aus 50% *Calycanthes*- und 50% *Typica*-Individuen zusammensetzte. Das ist auch wirklich der Fall, für die eine Bestäubung wenigstens sehr annähernd (wegen der 6 *Calycanthes*-Exemplare), für die andere vollständig.

Nun erscheint es auch begreiflich, daß die *f. calycanthes* in allen bekannten Blütenfarben und zusammen mit der Füllung vorkommt; alle diese Sippen brauchen nicht durch eigene einzelne *Calycanthes*-Mutationen aus den betreffenden Sippen mit normalem Kelch entstanden sein, sie sind gewiß, sobald erst einmal die abnorme Form bei irgend einer Sippe aufgetreten war, durch Bastardierung, absichtlich oder zufällig, gewonnen worden.

Jedesmal, wenn die rezessive Form mit dem Pollen des Bastardes (der Heterozygote) bestäubt wurde, und eine größere Zahl der Nachkommen aufgezogen wurde, gab es etwas zuviel Heterozygoten (55,5 und 57%) und

¹⁾ Damit stimmt, daß, wie wir schon sahen (p. 439), 1898 von den zwei anderen Pflanzen des *Calycanthes*-Beetes eine den typischen Kelch hatte. Eine eigene Aussaat von gekauften *Calycanthes*-Samen gab ebenfalls überwiegend, aber nicht ausschließlich *Calycanthes*-Pflanzen.

etwas zu wenig Homozygoten (44,5 und 43%). Es ist das gewiß kein Zufall. Ob es aber darauf hinweist, daß auch hier, wie bei Versuch 1, einige Male die *f. calycantheme* entstand, wo die *f. typica* zu erwarten war, oder darauf, daß die eine Verbindung (*Typ. + Calyc.*) leichter gelingt, bleibt einstweilen unentschieden. Da sich die Heterozygote nicht künstlich mit dem Pollen des rezessiven Elters bestäuben läßt, ist ein direkter Beweis zurzeit ausgeschlossen.

Wenn die *f. calycantheme* stets nur taugliche Pollenkörner, aber gar keine tauglichen Samenanlagen hervorbringen würde, (was ja nicht immer zutrifft), so würde sie nur als Keimzelle rein existieren, man würde sie vegetativ nur im Bastard mit der *f. typica* kennen, und das nur, weil sie dominiert. Und, was im vorhergehenden über die *f. calycantheme* mitgeteilt wurde, bezieht sich jedenfalls vorwiegend auf solche Bastarde. Wäre die *Calycantheme*-Anlage rezessiv, so würde man dann von ihrer Existenz überhaupt gar nichts wissen.

II. *Mimulus tigrinus* Hort.¹⁾ *f. typ. + f. calycanthemus.*

1. Die *Calycanthemus*-Sippe.

Nach PENZIG²⁾ hat MORREN³⁾ zuerst die *Calycanthemus*-Sippe beschrieben, später haben sich ALEXANDER BRAUN⁴⁾, J. RÖMER⁵⁾ und vor allem F. HILDEBRAND⁶⁾ mit ihr befaßt. Sie ist von verschiedenen Rassen aus der Verwandtschaft des *M. luteus* bekannt und wird von den Gärtnern „*f. duplex*“ genannt. Wir werden im folgenden jedoch die Bezeichnung *f. calycanthemus* benutzen.

Der Grad, bis zu welchem der Kelch petaloid ausgebildet ist, schwankt auch hier sehr stark von Individuum zu Individuum. Dabei zeigt sich außerdem bei der einzelnen Blüte entsprechend ihrem übrigen symmetrischen Bau eine deutliche Zygomorphie, so, daß die untere, aus zwei Blättern gebildete Hälfte bevorzugt ist (wie schon HILDEBRAND fand), und der mediane obere Kelchzahn, der bei den Scrophulariaceen ja die Tendenz zum Schwinden hat,

¹⁾ *Mimulus tigrinus* Hort. ist eine hybride Gartenform aus der Sippe des *M. luteus* L. sens. lat.

²⁾ PENZIG, O., Pflanzeneratologie, Bd. II, p. 205.

³⁾ MORREN, CH., Clusia; recueil d'observations de teratologie végétale, p. 116. Liège 1852—1872. (Zitiert nach PENZIG, a. a. O.)

⁴⁾ BRAUN, A., in Sitzber. d. Ges. Naturf. Freunde in Berlin, 20. Juli 1869 (zitiert nach PENZIG, a. a. O.).

⁵⁾ RÖMER, J., Verhandl. u. Mitteil. d. siebenb. Vereins f. Naturw. in Hermannstadt, XXIX. Jahrg., p. 107 (1879). Diese kurze Notiz enthält nichts bemerkenswertes als die Angabe, daß die einzige beobachtete *Calycanthemus*-Pflanze von einer gewöhnlichen Mutterpflanze stammte. Sie muß nach dem folgenden also ein Bastard gewesen sein.

⁶⁾ HILDEBRAND, F., Über die Zunahme des Schauapparates (Füllung) bei Blüten. Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. XVII, p. 626 (1886).

am längsten grün bleibt. In einzelnen Fällen ist, ganz im Gegensatz zu der Parallelform der *Campanula medium*, die Umbildung so gering, daß die Unterscheidung von der *f. typicus* Schwierigkeiten macht oder kaum möglich ist¹⁾. Dann muß man stets die ersten, untersten Blüten untersuchen, denn die Umbildung der Kelche nimmt periodisch von unten nach oben hin ab, und die zuerst gebildeten *Calycanthemus*-Blüten sind die schönsten²⁾. Wie weit die Existenz erblich fixierter Sippen und äußere Einflüsse (Ernährung) an diesen und den gleich zu besprechenden individuellen Verschiedenheiten schuld sind, müssen auch hier erst weitere Untersuchungen zeigen (vgl. auch die Anm. auf p. 447).

Bei der Umbildung verändert der Kelch seine Form in verschiedener, aber für das Individuum ziemlich konstanter Weise. So kann er die Blumenkronröhre röhrenförmig umschließen, sich dann in fünf große, annähernd wagrecht abstehende Zipfel teilen und so die Form der Blumenkrone annehmen (Taf. III, Fig. 6); er kann aber auch trichterförmig weit abstehen, mit relativ kleinen Zipfeln.

Auch bei *Mimulus* beschränkt sich die Veränderung, die der Kelch erfährt, nicht auf die Farbe und Form, sondern trifft den Bau des Organs bis ins einzelne. So werden die stark welligen, relativ großen Epidermiszellen der Kelchinnenseite schwach wellig und kleiner, dafür aber stark papillös ausgezogen; die etwas welligen Epidermiszellen der Kelchaußenseite werden stark wellig. Die Spaltöffnungen, die auf der Innenseite des Kelches ziemlich reichlich, auf der Außenseite reichlich vorhanden sind, verschwinden ganz, ebenso die kurzen, spitzen, vorwärts gerichteten Stachelhaare der Innenseite und die ganz kurzen, spitzlichen Warzen der Außenseite; dafür treten auf der Innenfläche lange, schwach keulenförmige, zartwandige, einzellige Haare mit streifiger Kutikula auf, usw. Das Schwammparenchym, das auch beim Kelch schon zwischen den beiden Epidermen liegt, wird zarter. Kurz, das Kelchblatt nimmt vollkommen den Bau des Blumenblattes an. Natürlich sind auch hier die unveränderten Kelchteile von den umgewandelten nicht scharf abgesetzt, gehen vielmehr allmählich in diese über³⁾.

¹⁾ Es hängt das gewiß damit zusammen, daß sich schon der normale *Mimulus*-Kelch in seinem Bau wesentlich vom Laubblatt entfernt und dem Blumenblatt nähert.

²⁾ Hier liegt also eine „halbe“ Periode vor und zwar eine „abnehmende“, wie sie T. TAMMES nur für die Ascidien der Laubblätter der *Tilia parvifolia* festgestellt hat (a. a. O., p. 147).

³⁾ Es wurden Exemplare mit normalem und *Calycanthemus*-Kelch derselben Farbrasse verglichen. Beim Laubblatt ist die Epidermis der Unterseite stark wellig, auffallenderweise verhält sich hierin der Kelch also gerade umgekehrt und die Blumenkrone wie das Laubblatt. Im übrigen zeigt auch der normale Kelch Züge, die an die Blumenkrone erinnern, so in seiner starken Färbung, oft in Form von Tupfen, und in der Rückbildung des Assimilationsgewebes.

Bei einem Teil der untersuchten *Calycanthemus*-Individuen war das Gynaeceum mißbildet, zB. die beiden Karpelle isoliert und vergrünt. Solche Pflanzen waren natürlich steril, obschon ihr Androeceum tadellos ausgebildet war, und ihr Pollen normale Stempel ganz gut befruchten konnte (Versuch 2, p. 446). Sehr viele *Calycanthemus*-Individuen hatten aber ein ganz normales Gynaeceum, und es ist mir keines vorgekommen, das dann nicht auch normale Kapseln produziert hätte. Ich gewann durchaus den Eindruck, als ob die Mißbildung des Fruchtknotens und die Umwandlung des Kelches hier in keinem oder doch keinem engeren Zusammenhang stünden¹⁾. In diesem Punkt unterscheidet sich also die *f. calycanthemus* des *Mimulus* wesentlich von der Parallelf orm der *Campanula medium*. Es hängt das wohl, wie schon betont wurde, damit zusammen, daß bei *Mimulus* der Fruchtknoten oberständig ist.

Daß *Mimulus tigrinus f. typicus* früher einmal wie *M. tig. f. calycanthemus* ausgesehen hat, ist also nicht durch physiologische Gründe ausgeschlossen; die morphologischen Erwägungen müssen aber hier, so gut wie bei der Parallelf orm der *Campanula medium*, zu einer Verwerfung dieser Annahme führen.

2. Der Bastard *Mimulus tigrinus f. typicus* + *f. calycanthemus*.

Für die Versuche wählte ich zwei Sippen, die sich außer durch die Ausbildung des Kelches auch durch die Blütenfarbe unterschieden. Die Krone der einen, „*M. tigrinus albus*“, war auf sehr blaßgelbem, fast weißem Grunde verschieden stark rot gefleckt; der Kelch war stets normal. Die Krone der andern, „*M. tigrinus duplex*“, trug auf einem meist intensiv gelben Grunde rote Flecken; soweit die Kelche petaloid ausgebildet waren, waren sie in gleicher Weise gefärbt. Das war zwar bei der Mehrzahl der Individuen der Fall, einige wenige hatten aber den normalen Kelch. (Die Zahlen wurden nicht genauer festgestellt, weil ja die Herkunft der Samen doch nicht bekannt war.)

Für die Bastardierungen wurden 1903 die Blüten rechtzeitig in bestimmter Weise hergerichtet. Es wurde nämlich kurz vor dem Öffnen, wenn die Antheren noch geschlossen waren, die Kronröhre etwas aufgeschlitzt, meist auf der Oberseite, und der Griffel mit der Narbe durch den Spalt, der etwas kürzer war, aus der Blüte herausgezogen. Obwohl die Griffelspitze die ihr so gegebene Lage beizubehalten pflegte, wurde noch durch eine Ringschleife aus feinem Bast, die um die Kronröhre gelegt wurde, dafür gesorgt, daß der Schlitz geschlossen blieb, und die Narbe nicht wieder in die Blüte schlüpfen konnte. So behandelte Blüten setzten, sich selbst überlassen, auch im Freien keine Früchte an, weil durch diese künstliche „Herkogamie“ sowohl die

¹⁾ F. HILDEBRAND, a. a. O., p. 624, hatte dagegen „in fast allen Fällen eine große Umänderung der Geschlechtsorgane in sehr verschiedener Art“ gefunden.

Selbstbestäubung als ein wirksamer Insektenbesuch unmöglich gemacht war. Am folgenden Tage wurde dann der zur Befruchtung bestimmte Pollen auf die Narbe übertragen.

Diese Methode, die ich zuerst bei *Petunia* mit gutem Erfolg angewendet habe, hat den Vorteil, daß bei zarten oder sehr klebrigen Objekten die Anwendung eines Gazesackes zum Schützen der kastrierten und bestäubten Blüten wegfällt, und daß der Pollen derselben Blüte ohne weiteres zu Bestäubungen, eventuell zur Selbstbestäubung, verwendet werden kann.

Für jeden Versuch wurde je ein Exemplar jeder der Sippen benützt, nur Versuch II macht davon eine Ausnahme.

Die Samen wurden 1904 ausgesät und die jungen Pflanzen in große Töpfe pikiert, etwa acht in jeden. Die einzelnen Pflanzen wurden, womöglich sobald sich die ersten Blüten zeigten, registriert und, wenn sie nicht zu Versuchen dienen sollten, entfernt (ausgestochen). Die Abschätzung der „Güte“ der *Calycanthes*-Individuen bei den folgenden Versuchen ist so objektiv wie nur möglich, da erst zum Schluß das Fazit aus all den einzelnen Aufzeichnungen gezogen wurde; trotzdem zeigt sich die variable Ausbildung des *Calycanthes* meist in einer deutlichen, oft auffällig regelmäßigen Oszillation um einen Mittelwert.

I. Versuch.

Mimulus tigrinus f. albus, bestäubt mit Pollen von *M. tigrinus f. calycanthes*, „schön“, mit normalem Gynaeceum.

Von den 132 aufgezogenen Pflanzen hatten 3 (2,3%) den gewöhnlichen Kelch, zur *f. calycanthes* gehörten 129, die außerdem an ihrer intermediären, aber sehr variablen Grundfärbung als Bastarde zu erkennen waren und in folgender Weise klassifiziert wurden:

Kelch nur spurenweise petaloid . . .	2 Ex.
schlechter <i>Calycanthes</i>	16 „
ziemlich schlechter <i>Calycanthes</i> . . .	47 „
ziemlich schöner <i>Calycanthes</i>	43 „
schöner <i>Calycanthes</i>	16 „
sehr schöner <i>Calycanthes</i>	5 „

Von den 3 Pflanzen mit einfachem Kelch waren 2 an der Farbe der Krone als Bastarde zu erkennen, eine hatte jedoch ganz die Farbe des *M. tig. albus* und war wohl sicher durch Selbstbefruchtung entstanden.

II. Versuch.

Mimulus tigrinus f. albus, bestäubt mit dem Pollen eines Exemplares von *M. tig. f. calycanthes*, „schön“, das ein monströses Gynaeceum besaß und völlig steril war.

Von den 211 aufgezogenen Pflanzen hatte eine (= 0,47%) den gewöhnlichen Kelch, 210 waren *f. calycanthes*. Wieder war auch an der zwischen

gelblich und hellgelb schwankenden Grundfarbe der Blüten die gelungene Bastardierung zu erkennen. Die Exemplare wurden in folgender Weise klassifiziert:

Kelche nur spurenweise petaloid . . .	2 Ex.
schlechter <i>Calycanthemus</i>	22 „
ziemlich schlechter <i>Calycanthemus</i> . . .	55 „
ziemlich schöner <i>Calycanthemus</i>	83 „
schöner <i>Calycanthemus</i>	27 „
sehr schöner <i>Calycanthemus</i>	21 „

Das eine Exemplar mit normalem Kelch blühte mit gelblicher, nicht gelblichweißer Grundfarbe, muß also wohl ein Bastard gewesen sein.

Für diesen Versuch waren im Freien an einzelnen Individuen der Sippe *albus* eine Anzahl Blüten in der oben (p. 445) angegebenen Weise präpariert und nicht geschützt worden; das Ergebnis zeigt die Brauchbarkeit der Methode. Für die übrigen Versuche standen die Pflanzen in einem Gewächshaus.

III. Versuch.

Mimulus tigrinus f. albus, bestäubt mit dem Pollen eines „schlechten“ Exemplares des *M. tig. f. calycanthemus* (mit normalem Gynaeceum).

Von den 119 Pflanzen, die aufgezogen wurden, hatten 58 (= 49%) den normalen Kelch und 61 (= 51%) den petaloiden. Alle waren wieder an der mehr oder weniger stärker gelben Grundfarbe der Blumenkronen als Bastarde zu erkennen. Die zur *f. calycanthemus* gehörigen Pflanzen wurden in folgender Weise klassifiziert¹⁾.

Kelch nur spurenweise petaloid . . .	1 Ex.
schlechter <i>Calycanthemus</i>	7 „
ziemlich schlechter <i>Calycanthemus</i> . . .	13 „
ziemlich schöner <i>Calycanthemus</i>	29 „
schöner <i>Calycanthemus</i>	11 „
sehr schöner <i>Calycanthemus</i>	— „

IV. Versuch.

Mimulus tigrinus f. calycanthemus, „schön“, bestäubt mit dem Pollen von *M. tig. f. albus*.

Es wurden 105 Pflanzen aufgezogen, von denen 54 (= 51%) den normalen Kelch besaßen, und 51 (= 49%) zur *f. calycanthemus* gehörten. Diese 51 Exemplare wurden in folgender Weise klassifiziert.

Kelch nur spurenweise petaloid . . .	2 Ex.
schlechter <i>Calycanthemus</i>	1 „
ziemlich schlechter <i>Calycanthemus</i> . . .	2 „
ziemlich schöner <i>Calycanthemus</i>	11 „
schöner <i>Calycanthemus</i>	17 „
sehr schöner <i>Calycanthemus</i>	18 „

¹⁾ Vergleicht man das Ergebnis von Vers. III, für den ein „schlechter“ *Calycanthemus* verwendet wurde, mit dem von Vers. I, II und IV, für die „schöner“ benutzt wurde, so wird die Existenz verschieden stark calycanther, erblich fixierter Sippen sehr wahrscheinlich.

V. Versuch.

Mimulus tigrinus f. calycanthemus, eines der Individuen mit normalem Kelch, welche aus den gekauften *Calycanthemus*-Samen neben vielen Individuen mit petaloidem Kelch gezogen worden waren (p. 445); selbstbestäubt.

Es wurden 49 Pflanzen aufgezogen. 46 hatten ganz normale Kelche, 3 waren jedoch *f. calycanthemus*, und zwar 2 „ziemlich schöner“ und 1 sogar „sehr schöner“. An der Färbung der Blüten waren diese 3 Individuen nicht als Eindringlinge erkennbar.

Wenn wir zunächst von einzelnen Ausnahmen absehen, stimmt das Ergebnis der fünf Versuche ganz zu der Annahme, daß auch bei *Mimulus* der *Calycanthemus*-Kelch über den normalen Kelch dominiert, also das anomale neue Merkmal über das alte, daß die betreffenden Anlagen ein Paar bilden, und daß dieses typisch spaltet. Versuch I und II zeigen die erste Generation des Bastardes, die, in verschiedener Ausbildung, den petaloiden Kelch zeigt. Bei Versuch III und IV waren die verwendeten Individuen der *f. calycanthemus* nicht rein, sondern selbst schon Bastarde, Heterozygoten, entstanden aus der *Calycanthemus*-Sippe und der typischen Sippe, so daß die Hälfte der Pollenkörner (Vers. III), resp. Eizellen (Vers. IV) die eine Anlage, die Hälfte die andere Anlage enthielt, und so die Hälfte der Nachkommen den normalen, die Hälfte den petaloiden Kelch zeigen mußte (weil beide Male das andere Elter den rezessiven Charakter besaß). Die Individuen mit normalem Kelche endlich, die bei der ersten Aussaat (p. 445) unter den *Calycanthemus*-Pflanzen auftraten, mußten dann Homozygoten mit dem rezessiven Merkmal sein, die in der vorigen Generation aus solchen Heterozygoten, wie sie Versuch III und IV kennen lehrte, durch Selbstbestäubung hervorgegangen waren; Versuch V zeigt ihre Nachkommenschaft: sie ist (annähernd) konstant.

Dies Bild wird, wie bei den parallelen Versuchen mit *Campanula medium*, etwas getrübt durch das Auftreten einzelner abweichender Individuen fast in jedem Versuch. Einerseits fanden wir Individuen mit normalem Kelch unter lauter *Calycanthemus* (Vers. I: 2,3%, Vers. II: 0,47%), andererseits *Calycanthemus* unter lauter Individuen mit typischem Kelch (Vers. V: 6%). Bei Versuch III und IV konnten sich derartige Ausnahmen naturgemäß nicht verraten: sie mögen trotzdem versteckt vorhanden gewesen sein. Vielleicht sind die Exemplare mit normalem Kelch bei Vers. I und II aber gar keine richtigen Ausnahmen, sondern nur extrem schlechte *Calycanthemus*-Exemplare; auch ist es möglich, wenngleich nicht wahrscheinlich, daß Versehen unterlaufen sind. Ehe deshalb bei einer Wiederholung diese Möglich-

keit ganz ausgeschlossen ist, will ich auf die Ausnahmen noch nicht näher eingehen. Da die Versuche so wie so fortgesetzt werden, wird sich in einiger Zeit Gelegenheit geben, auch darauf zurückzukommen¹⁾.

Die Ergebnisse.

Sehen wir von den eben genannten einzelnen, in ihrer Bedeutung noch zweifelhaften Individuen ab, so können wir zusammenfassend sagen:

Sowohl bei *Campanula medium* als bei *Mimulus tigrinus* haben die Versuche ergeben, daß beim Bastard

1. der anomale, petaloide Kelch über den normalen Kelch dominiert,

2. die Nachkommenschaft spaltet, also

3. die sicher neu, progressiv entstandene Anlage für die Anomalie über die alte Anlage für den normalen Zustand dominiert und mit derselben ein wirkliches Paar bildet.

Das Verhalten ist also ganz das gleiche, wie bei den früher erwähnten Hühnerbastarden BATESON's²⁾ (vgl. p. 433).

Man könnte der Theorie der unisexuellen und bisexuellen Vererbung zu Liebe in den normalen Sippen, in unseren Fällen also jenen mit grünem Kelch, eine latente *Calycanthema*-Anlage annehmen, mit der die aktive der calycanthen Sippen ein Anlagenpaar im Sinne DE VRIES' bilden würde. Daß diese Latenz auf retrogressivem Wege aus der aktiven *Calycanthema*-Anlage zustande gekommen sei, die *f. typica* also eine retrogressive Mutante der *f. calycanthema* wäre, ist nach dem früher (p. 438) angeführten ganz ausgeschlossen. Es bliebe also nur die Annahme übrig, es handle sich bei der *f. typica* um die Latenz der *Calycanthema*-Anlage in der Prämutationszeit, in der Zeit vor dem Sichtbarwerden³⁾. Dafür, daß sich die *f. typica* allgemein in diesem „mutabeln“ Zustand befindet, haben wir aber keine Anhaltspunkte.

¹⁾ Ich will nur anmerkungsweise hervorheben, daß das „Spalten“ der Heterozygoten die Annahme ausschließt, es handle sich um „Mutationskreuzungen“ im Sinne DE VRIES' (Mutationstheorie, Bd. II, p. 396).

²⁾ Neuerdings gibt BATESON an (Adress to the Zoolog. Section; Brit. Assoc. f. the Adv. of Science, Cambridge 1904, p. 11 des S.-A.), daß der Fuß mit der Extrazehe ausnahmsweise rezessiv sein kann. Bei dem weiteren, dort angegebenen Fall, in dem ein phylogenetisch neueres Merkmal dominiert (braunbrüstiger *Gallus bankiva* gegenüber schwarzbrüstigem) entzieht sich meiner Beurteilung, ob das neue Merkmal absolut sicher auch das höherstehende ist. [Das gilt auch für den Fall beim Meerschweinchen, den CASTLE in einer erst während der Drucklegung mir zugekommenen Abhandlung (Heredity of Coat Characters in Guinea-Pigs and Rabbits, Papers of the Station for Experimental Evolution at Cold Spring Harbor, New York, No. 2, Febr. 05) beschrieben hat (Dominanz der rosettenartigen Behaarung über die glatte).]

³⁾ Die „Prämutationszeit“ ist schon von NÄGELI (Mechan.-physiol. Theorie der Abstammungslehre, p. 183 u. f.) eingehend erörtert worden, den Namen hat aber bekanntlich erst DE VRIES geschaffen.

Dann zeigen die entsprechenden, von DE VRIES studierten Bastarde der *Oenothera* (wo die Mutterart *O. Lamarckiana* mit ihrer „mutablen“ Anlage und die Mutante mit ihrer aktiven Anlage verbunden wurden), bekanntlich ein ganz anderes Verhalten, „spalten“ vor allem nicht. Endlich kann ja auf diesem Wege jede progressive Mutation in eine retrogressive umgewandelt werden, wenn es gerade wünschenswert erscheint. Auch dieser letzte Ausweg scheint mir deshalb verschlossen zu sein.

Die Zahl der Ausnahmen von der Regel, daß nur retrogressiv (oder degressiv) entstandene Sippen mit ihren Stammformen mendelnde Bastarde bilden, wird sich leicht vergrößern lassen, wenn das gegenseitige Verhältnis der Sippen auch nicht immer so klar liegt, wie bei den von uns untersuchten Fällen. So dürfte auch der von DE VRIES studierte mendelnde Bastard zwischen der von ihm entdeckten *Oenothera brevistylis* und der (dominierenden) *O. Lamarckiana* hierher gehören. Wenn er den Merkmalskomplex, der die *O. brevistylis* charakterisiert, durch Latentwerden der korrespondierenden Merkmale der *O. Lamarckiana* zustande kommen läßt, so leuchtet das für den halb-oberständigen Fruchtknoten der *O. brevistylis* ja sehr ein; die damit verbundene, fast vollkommene Sterilität des Gynaeceums zeigt aber doch wohl, daß die *O. Lamarckiana* früher nie wirklich so ausgesehen haben kann, wie die *O. brevistylis* jetzt aussieht, und das müßte sie doch, falls die *O. brevistylis* nur durch Latentwerden aktiver Anlagen der *O. Lamarckiana* oder das Aktivwerden latenter zustande gekommen wäre. — Auch die Blütenfüllungen dürften hierher gehören.

Die Dominanz des petaloiden Kelches über den normalen lehrt ferner, daß das phylogenetisch jüngere Merkmal über das ältere dominieren kann, daß also die Regel, die das ältere dominieren läßt, nicht allgemein gültig sein kann, obschon es ja sicher ist, daß sie in vielen anderen Fällen gilt. Es läßt sich nun unschwer eine Formel finden, die beiderlei Verhalten in sich begreift.

Wenn wir die phylogenetische Entwicklung als ein Ansteigen vom Einfacheren zum Komplizierteren auffassen dürfen — und die reduzierten Sippen bilden ja nur scheinbare Ausnahmen —, können wir nämlich sagen: Das Merkmal der höher stehenden Sippe dominiert über das korrespondierende Merkmal der tiefer stehenden. Wir vermeiden damit alle Zweideutigkeit, die in der Unterscheidung von „neuer“ und „jünger“ liegen würde.

Entsteht eine Sippe progressiv, so ist das neue Merkmal zugleich das höher stehende, entsteht sie retrogressiv (oder degressiv) durch Latentwerden eines aktiven Merkmales (oder Aktivwerden eines latenten), so ist das neue Merkmal das phylogenetisch tiefer stehende¹⁾. Ist nun das neue Merkmal nach progressiver Sippenbildung dominierend, nach retro-

¹⁾ Vgl. dazu die Anmerkung 4 auf p. 432.

gressiver (oder degressiver) rezessiv, so dominiert eben im Grunde stets dasselbe Merkmal, das höher stehende (jüngere), und das tiefer stehende ist rezessiv. — Dabei erhalten wir im sogenannten „biogenetischen Grundgesetz“ ein Mittel zur Bestimmung des gegenseitigen Alters und damit des gegenseitigen Verhaltens, das, so unsicher es auch sein mag, doch immer noch besser ist als der Zirkelschluß: Ein Merkmal ist rezessiv, weil es retrogressiv entstanden ist, und: Ein Merkmal ist retrogressiv entstanden, weil es rezessiv ist.

Die neue Formel schließt alle Fälle, die zu der alten wirklich stimmen, in sich, und dazu Ausnahmen, wie die in dieser Arbeit neu festgestellten; ferner das Dominieren der *f. typica* über die *f. cryptosperma* beim Mais, der *Datura Tatula* über die *D. Stramonium*, der Kapuze der Löffelgerste, des Fußes mit der Extrazehe und der anomalen Kämme bei den Hühnerbastarden BATESON's (p. 431). Ein Teil der Fälle scheint sich aber auch ihr nicht fügen zu wollen. So dominiert zB. bei den Endospermbastarden der *Zea Mays* das Merkmal „Stärke“ über das Merkmal „Dextrin“, obschon es wohl unzweifelhaft ist, daß der Stärkegehalt des Endosperms das ältere, der Dextrin-gehalt das jüngere Merkmal ist. Daß das ontogenetisch so ist, habe ich seinerzeit gezeigt¹⁾, und auch phylogenetisch läßt sich kaum etwas anderes annehmen, obwohl man jetzt die „Defarination“ der „Depigmentation“ und „Denudation“ gleich gestellt hat²⁾. Eine andere Ausnahme bildet der Bastard *Chelidonium majus* + *C. laciniatum*³⁾, in dem *C. laciniatum* rezessiv ist, obwohl es kaum als Rückschlag aufgefaßt werden kann, oder der Bastard *Polemonium coeruleum f. album* + *P. flavum*⁴⁾, wo die gelbe Färbung der *Flavum*-Blumenkrone rezessiv ist⁵⁾.

Die neue Formel ist also vielleicht nichts als eine weitere Annäherung an die allgemein gültige. Denn daß ein Gesetz bestimmt, welches Merkmal dominiert, unterliegt mir so wenig einem Zweifel, als daß ein solches das Spalten oder Nichtspalten bestimmt, — wenn wir es auch nicht kennen.

Leipzig, Botanisches Institut, 22. Januar 1905.

¹⁾ CORRENS, C., Bastarde zwischen Maisrassen usw. Bibl. Botan., Heft 53, p. 39 (1901), G. A. 7, 125.

²⁾ DE VRIES, H., z. B. Mutationstheorie, Bd. II, p. 147 (1903).

³⁾ DE VRIES, H., z. B. Mutationstheorie, Bd. II, p. 156 (1903). Der Erklärungsversuch auf p. 203, *Ch. majus* sei gleich *Ch. laciniatum* plus einem unbekanntem Faktor, ändert hieran nichts, denn auch so bliebe *Ch. laciniatum* ein Durchgangsstadium für *Ch. majus*, also älter (tieferstehend).

⁴⁾ CORRENS, C., Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale usw. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXI, p. 198 (1903), G. A. 13, 346.

⁵⁾ Wie weit die Merkmale, die STANDFUSS (p. 430) bei seinen Schmetterlingsbastarden untersuchte, als progressiv oder retrogressiv entstanden aufzufassen sind, wie weit seine Befunde also zu der neuen Formel stimmen oder nicht, entzieht sich meiner Beurteilung.

Figuren-Erklärung.

Tafel III der G. A.

Sämtliche Figuren sind auf $\frac{3}{4}$ der Naturgröße verkleinert; die Färbung der Kronen und petaloiden Kelchtheile wurde als belanglos weggelassen.

Figur 1—5: *Campanula medium*.

- Figur 1. *C. medium f. typica*.
Figur 2. *C. m. f. calycanthemata*, „ziemlich schlecht“.
Figur 2. *C. m. f. calycanthemata*, „ziemlich gut“.
Figur 4. *C. m. f. calycanthemata*, „gut“.
Figur 5. *C. m. f. calycanthemata*, „sehr schön“.

Figur 6: *Mimulus luteus*.

- Figur 6. *M. (luteus) tigrinus calycanthemus*, „schön“.
-

21. Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 23, H. 9, S. 452—463. 1905.

(Eingegangen am 22. November 1905.)

Vor Jahresfrist habe ich an dieser Stelle¹⁾ einen ersten Bericht über meine Untersuchungen mit gynodioecischen Pflanzen gegeben; ich habe sie inzwischen fortgesetzt und ausgedehnt und will hier nur über das berichten, was mir geeignet erscheint, das schon im Vorjahr formulierte Vererbungsgesetz noch klarer hervortreten zu lassen.

Ich hatte (bei *Satureia hortensis* und *Silene inflata*) gefunden, dass die beiden Hauptformen, in denen eine gynodioecische Art auftritt, die zwittrige und die weibliche, aus den Samen vorwiegend bis fast ausschliesslich wieder sich selbst hervorbringen, ein Schluss, zu dem die zwei einzigen mir bekannten einschlägigen Versuche, der von DARWIN mit *Thymus* ♀ und der etwas ausführlicher beschriebene von WILLIS mit *Origanum* ♂¹, noch nicht berechtigten²⁾.

Dieses Hervorbringen von fast lauter gleichen Nachkommen beruht nicht allein darauf, dass die beiden Geschlechtsformen Keimzellen mit verschiedenen Anlagen, oder vielleicht denselben Anlagen in verschiedenem Zustand, hervorbringen, sondern auch darauf, dass die neuen, in den Keimzellen der weiblichen Pflanze vorhandenen Anlagen über die in den Keimzellen der zwittrigen Pflanzen steckenden, alten Anlagen dominieren, ein neues Beispiel dafür, dass das phylogenetisch höher stehende Merkmal, die neue Anlage, dominiert³⁾.

¹⁾ Experimentelle Untersuchungen über die Gynodioecie. Diese Berichte, Bd. XXII, Heft 8, S. 506 (1904), G. A. 17, 397. Dort sind auch die Versuche DARWIN'S und WILLIS' zitiert.

²⁾ Zu einer im Grunde gleichen Ansicht ist inzwischen auch W. BURCK (Die Mutation als Ursache der Kleistogamie. Extrait du Recueil des Travaux botaniques Néerlandais, Vol. 1, 2. S. 95 u. f., 1905, gekommen, ohne eigene Versuche zu machen. Denn wenn er die weibliche Form als eine Mutante der zwittrigen anspricht, so ist das das selbe, wie wenn ich ihre Erblichkeit betont habe. BURCK hat meine Arbeit, die ihm experimentelle Belege hätte liefern können, nur benützt, um an ihr anmerkungsweise zwei Ausstellungen zu machen, die auf Missverständnissen beruhen.

³⁾ Einige Bastardierungsversuche mit anomalen Sippen und ihre allgemeinen Ergebnisse. PRINGSH. Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XLI, Heft 3, S. 480 u. f., (1905), G. A. 20, 430.

Denn die Nachkommen der weiblichen Pflanze sind stets Bastarde im weitesten Sinne des Wortes, da sie nur durch den Pollen der zwittrigen Pflanzen mit seinen anderen Anlagen entstehen; würden die alten, zwittrigen Anlagen dominieren, so würden wir die neuen, im entfalteten Zustande, d. h. die weiblichen Pflanzen, überhaupt nicht kennen.

Wir haben verschiedene Hinweise, dass äussere Faktoren das Weiblichwerden von Zwitterblüten bedingen können. Es geht das vor allem aus den bekannten Versuchen VÖCHTING's¹⁾ über den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten hervor, und neuerdings hat GOEBEL²⁾ wieder darauf aufmerksam gemacht.

Dieser Einfluss der Aussenwelt kann die tatsächlichen Vererbungsverhältnisse bis zu einem gewissen Grade verschleiern, wie die Beobachtungen an *Satureia* zeigen; umgekehrt tritt bei seiner Berücksichtigung das oben formulierte Gesetz nur noch schärfer hervor.

Wenn unter den Bedingungen x eine Pflanze A zwittrige und eine Pflanze B weibliche Blüten trägt, und ich bringe A dazu, ebenfalls weibliche Blüten statt der zwittrigen zu bilden, indem ich sie unter die neuen Bedingungen y versetze, bei denen B seine weiblichen Blüten behält, so ist A von B noch so gewiss und so gut verschieden, wie wenn der Versuch nicht geglückt wäre.

Wie in allen ähnlichen Fällen kann eben die experimentelle Untersuchung auch hier zwei Ziele verfolgen. Sie kann die Pflanze A nehmen, die äusseren Bedingungen variieren und sehen, ob sie der Pflanze B ähnlich gemacht werden kann, indem von den im Organismus steckenden Anlagen soviel als möglich herausgelockt wird. Oder sie kann für beide Pflanzen, A und B , die äusseren Bedingungen möglichst gleichförmig gestalten und sehen, was die zwei Organismen wirklich unterscheidet. Zur Zeit steht das erste von VÖCHTING, GOEBEL, KLEBS im Auge gehaltene Ziel im Vordergrund des Interesses, das zweite hat aber dieselbe Berechtigung, und beiderlei Untersuchungen müssen sich ergänzen.

Nun sind die äusseren Bedingungen ja bekanntlich selbst für zwei Individuen nie absolut gleich zu gestalten. Eine völlige Gleichheit ist aber auch gar nicht nötig; es handelt sich nur darum, dass die unvermeidlichen Schwankungen unter der Reizschwelle liegen, bei der eine erkennbare Änderung ausgelöst wird, oder bei A und B gleich sind.

¹⁾ H. VÖCHTING, Über den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. PRINGSH. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXV, Heft 2, (1893).

²⁾ K. GOEBEL, Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien. Biol. Centralbl., Bd. XXIV, S. 785, Anm. 4, (1904).

Wenn auf dem einen von zwei Beeten, die keinerlei Unterschiede in der Lage oder der Beschaffenheit des Bodens erkennen lassen, die Nachkommen der Pflanze *A* fast lauter Zwitter, auf dem anderen die Nachkommen der Pflanze *B* fast lauter weibliche Individuen sind, so ist, wenn es sich um eine grössere Zahl von Exemplaren handelt, die Differenz der Anlagen in den Keimen der beiden Pflanzen festgestellt, auch ohne dass wir durch besondere Experimente über den Einfluss der äusseren Bedingungen unterrichtet sind.

Es ist bei den gynodioecischen Arten offenbar viel leichter, wenn nicht allein möglich, Pflanzen mit zwittrigen Blüten zu veranlassen, weibliche Blüten oder wenigstens Blüten mit verschrumpften Antheren (S. 456) zu bilden, als umgekehrt die Bildung zwittriger Blüten an echten weiblichen Stöcken hervorzurufen, denn alle Versuche des Jahres 1904, bei den weiblichen Nachkommen weiblicher Pflanzen der *Satureia hortensis* diese Verwandlung zu veranlassen lieferten, wie schon (S. 402) berichtet wurde, nur negative Ergebnisse. Es wurde ungewöhnlich gute und ungewöhnlich schlechte Ernährung vom Boden aus (Düngung und Sandzusatz) und Variierung der Beleuchtung und der Temperatur, z. T. kombiniert, angewendet. — Bedingung für solche Versuche ist natürlich, dass man den Samen wirklich weiblicher Pflanzen verwendet und nicht etwa den von Zwitterpflanzen, die aus irgend einem Grunde zur Zeit der Wahl als Samenträger nur weibliche Blüten trugen.

Neben äusseren Einflüssen spielen auch innere Ursachen bei der Ausbildung zwittriger Blüten als weibliche eine Rolle. Ich möchte wenigstens den Unterschied, den die Nachkommenschaft der zwittrigen Individuen der *Satureia* zeigt, je nachdem man sie Anfangs Juli oder Anfangs September untersucht (S. 458), nicht allein auf die Rechnung der äusseren Einflüsse setzen. Jedenfalls zeigen diese Versuche die ausserordentliche Wichtigkeit, den rechten Zeitpunkt zur Untersuchung der Pflanzen nicht zu verpassen. Die inneren Ursachen werden zum guten Teil auch auf Ernährungseinflüsse hinauslaufen. Dass aber auch noch andere, nicht so durchsichtige vererbte Bedingungen mitspielen, scheint mir unter anderem das verschiedene Verhalten der gynomonocischen Exemplare von *Satureia* und *Silene* zu lehren. Bei jenen sind die ersten Blüten der Haupt- und Seitenachsen zwittrig, die letzten weiblich, bei diesen die ersten weiblich und die folgenden zwittrig.

I. *Satureia hortensis*.

Ich habe seinerzeit (S. 401) angegeben, dass dreierlei Zustände der Staubgefässe zu unterscheiden sind: ausser dem normalen der zwittrigen Blüten und dem ganz rudimentären, pollenlosen der weiblichen

Blüten einer, bei dem die pollenhaltigen Antheren vor der völligen Reife verschrumpfen. Dieser Zustand, den ich schon damals als eigentlich zwit-
terig, nicht als weiblich auffasste¹⁾, kann mit dem normalen in derselben
Blüte vereinigt sein, und alle drei können bei Blüten derselben Pflanze
vorkommen.

Die Versuche des Jahres 1904 hatten ergeben:

Tabelle 1.

Stöcke mit	Nachkommen der 1903	
	zwit- terigen	weiblichen Pflanzen
1. normalen Zwitterblüten, Zwitterblüten mit geschrumpf- ten Antheren und weiblichen Blüten: Klasse I	107	1
2. Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weib- lichen Blüten: Klasse II	112	3
3. nur weiblichen Blüten: Klasse III	134	330

Es waren von allen Klassen Früchte gesammelt worden. Von Klasse I
und II der Nachkommen der weiblichen Pflanzen wurde, wegen zu geringer
Menge, nichts ausgesät, die Früchte der übrigen vier Klassen wurden aber
1905 auf benachbarte Beete, wo keine *Satureia* gestanden hatte, ausgesät.
Mit der Untersuchung wurde diesmal früher als sonst, schon am 9. Juli,
begonnen.

Die folgenden Tabellen bringen das Resultat der Zählungen. Statt der
drei Klassen des Jahres 1904 wurden aber diesmal, von der zweiten Zählung
ab, sechs Individuenklassen unterschieden, nämlich Stöcke, die zur Zeit der
Untersuchung hatten:

- I. nur normale Zwitterblüten,
- II. normale Zwitterblüten und Zwitterblüten mit verschrumpften An-
theren,
- III. nur Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren,
- IV. normale Zwitterblüten, Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren
und weiblichen Blüten,
- V. Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren und weibliche Blüten,
- VI. nur weibliche Blüten.

Der Kürze halber sind die Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren
im folgenden einfach „verkümmerte Zwitterblüten“ genannt.

¹⁾ Beide Zustände sind natürlich Entwicklungshemmungen der normalen Anthere,
die eine setzt nur in einem viel späteren Stadium ein, als die andere. Zweifelhafte Fälle
sind häufig genug; das Mikroskop bringt dann aber meist rasch Klarheit. Trotzdem
wird kaum eine ganz scharfe Grenze existieren.

A. Enkel der zwitterigen Pflanzen von 1903.

I. Kinder der Pflanzen mit normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 2.

Stöcke mit	9. Juli		12. Juli		18. Juli	26. Juli		7. Sept.
1. nur normalen Zwitterblüten	22	25	19	21	19	12	10	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	} 3	—	6	3	6	8	4	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten		—	—	1	—	—	—	—
4. normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	5	9	} ∞
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	1	
6. nur weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	—	∞
zusammen	25	25	25	25	25	25	24	∞

II. Kinder der Pflanzen mit verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 3.

Stöcke mit	9. Juli		12. Juli		18. Juli	26. Juli		7. Sept.
1. nur normalen Zwitterblüten	24	20	20	21	17	14	12	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	} 1	} 5	4	2	7	6	4	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten			1	2	1	—	—	—
4. normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	4	5	} ∞
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	1	1	
6. nur weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	3	∞
zusammen	25	25	25	25	25	25	25	∞

III. Kinder der Pflanzen mit weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 4.

Stöcke mit	9. Juli	10. Juli	13. Juli	18. Juli	26. Juli		7. Sept.	
1. nur normalen Zwitterblüten	—	13	14	7	8	6	8	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	} 22	6	5	11	10	5	4	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten		3	4	1	3	—	—	—
4. normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	1	11	7	} ∞
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	1	1	1	1	
6. nur weiblichen Blüten	3	3	2	6	3	2	5	∞
zusammen	25	25	25	25	26	25	25	∞

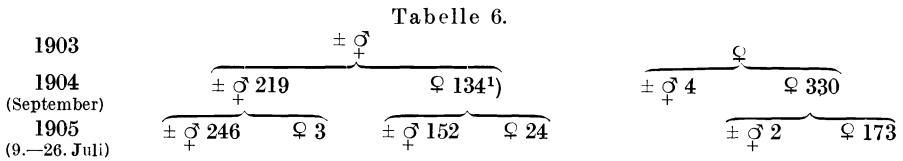
B. Enkel der weiblichen Pflanzen von 1903.

IV. Kinder der Pflanzen mit nur weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 5.

Stöcke mit	9. Juli		12. Juli		18. Juli	26. Juli		7. Sept.
1. nur normalen Zwitterblüten	—	1	—	1	—	—	—	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	—	—	—	—	—	—	—	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten	—	—	—	—	—	—	—	—
4. normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	—	—
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	—	—
6. nur weiblichen Blüten	25	24	25	24	25	25	25	∞
zusammen	25	25	25	25	25	25	25	∞

Tabelle 6 bringt die bisherigen Ergebnisse in der Form eines Stammbaumes, der sich von selbst erklärt; alle Pflanzen, die normale oder verkümmerte Zwitterblüten besaßen, sind als $\pm \overset{\sigma}{\text{♀}}$ zusammengefasst.



Es ist also jetzt ganz deutlich, dass die Blüten mit verschrunpften Antheren eigentlich Zwitterblüten sind; denn die Nachkommenschaft der Pflanzen, die 1904 bei der Untersuchung nur verkümmerte trugen, ist von jener der Pflanzen, die ausserdem noch normale Zwitterblüten brachten, nicht wesentlich verschieden. Man vergleiche nur Tabelle 2 mit Tabelle 3.

Es tritt aber auch der Einfluss des Zeitpunktes, zu dem die Untersuchung vorgenommen wird, sehr deutlich hervor. Die Zahl der Pflanzen, die nur normale Zwitterblüten offen hatten, sank, wie Tabelle 2—4 zeigt, von Untersuchung zu Untersuchung stetig, und die Pflanzen mit einzelnen und lauter weiblichen Blüten traten erst spät auf. Anfang September waren überall nur mehr verkümmerte Zwitterblüten und weibliche Blüten zu finden, selten einmal eine normale.

Da aber jede Pflanze nur einmal untersucht wurde und das Resultat durch einen, freilich äusserst sonderbaren, Zufall hätte bedingt sein können,

¹⁾ Es waren das fast ausschliesslich gynomonoecische Pflanzen im letzten $\overset{\text{♀}}{\text{♀}}$ Zustand, keine richtigen weiblichen; vgl. den folgenden Text.

wurden 39 in Töpfen gezogene Nachkommen zwittriger Eltern und Grosseltern und 36 ebenfalls in Töpfen gezogene Nachkommen weiblicher Eltern und Grosseltern von Anfang Juli an von Zeit zu Zeit einzeln untersucht. Jene trugen anfangs entweder nur normale Zwitterblüten oder gleich einzelne verkümmerte Zwitterblüten oder weibliche Blüten daneben, zum Schluss aber nur solche verkümmerte Zwitterblüten und weibliche Blüten; diese brachten von Anfang bis zu Ende nur weibliche Blüten hervor, bis auf zwei, die gynomonoeisch waren.

1904 waren die Pflanzen — Anfang September — offenbar viel zu spät untersucht worden, wie ich seinerzeit (S. 401) schon vermutet hatte. Das erklärt, warum damals unter den Nachkommen der zwittrigen Pflanzen von 1903 soviel „weibliche“ gefunden wurden: es waren jedenfalls ganz überwiegend nur gynomonoeische Individuen im weiblichen Zustand, keine wirklich weiblichen, und das erklärt seinerseits wieder, warum unter den Nachkommen dieser, nur zum kleinsten Teil wirklich weiblichen Pflanzen 1905 so viel Zwitter waren, gegenüber den Nachkommen der echten weiblichen Pflanzen (dort $158 \pm \text{♂}$ und 24 ♀ , hier $2 \pm \text{♂}$ und 173 ♀).

Meine Sippe der *Satureia hortensis* besitzt also gar keine rein zwittrigen Pflanzen mehr; schliesslich kommen überall — unter dem Einfluss äusserer und innerer Ursachen — weibliche oder doch nur verkümmerte Antheren zeigende Blüten zum Vorschein. Es gibt also nur Stöcke, die entweder gynomonoeisch oder weiblich sind.

Die zuletzt erwähnte wiederholte Untersuchung einzelner, zwittrige Blüten bildender Pflanzen hat aber auch, wie schon angedeutet wurde, ergeben, dass die Zeit des Auftretens der weiblichen Blüten und ihre Zahl verschieden ausfallen kann. Manches davon mag durch äussere Bedingungen veranlasst sein. Die schwächeren Pflanzen bilden früher keine zwittrigen Blüten mehr. Charakteristisch dafür ist das Ergebnis der Wägungen im Jahr 1904: Das Durchschnittsgewicht der Pflanzen mit zwittrigen, verkümmert-zwittrigen und weiblichen Blüten betrug 15,7 g, das der Pflanzen mit verkümmert-zwittrigen und weiblichen Blüten 7,7 g, das der Pflanzen mit nur weiblichen Blüten 2,0 g, jedesmal aus etwa 100 Exemplaren berechnet. Und dabei war, wie wir oben sahen, den Anlagen nach Klasse I und Klasse II identisch und Klasse III jedenfalls nur in einzelnen Individuen verschieden. Ein guter Teil der Unterschiede beruht aber doch wohl auf erblichen Verschiedenheiten, und die gynomonoeische Individuenklasse ist nichts Einheitliches, sondern erinnert an eine „Population“ mit ihren „Linien“ im Sinne JOHANNSEN's, von denen die eine mehr zu Bildung weiblicher Blüten neigt, als die andere. Die Existenz solcher verschieden stark gynomonoeischer, erblich fixierter Formen bei derselben Spezies ist in anderem Verwandtschafts-

kreis sichergestellt; bei unserem Objekt liegen die Verhältnisse für den experimentellen Beweis (wegen der geringen Grösse der Blüten und der geringen Samenzahl in jedem Fruchtknoten) sehr ungünstig; *Silene inflata*, bei der wohl Ähnliches vorliegt, wird ein besseres Versuchsobjekt sein.

II. *Silene inflata*.

Der Versuch hatte 1903 und 1904 ergeben (S. 403):

Tabelle 7.

Stöcke mit	Nachkommen der 1902			
	zwitterrigen		weiblichen	
	Pflanzen			
1. Zwitterblüten	21	(95 pCt.)	13	(17 pCt.)
2. Zwitterblüten und vielen weiblichen Blüten („stark gynomonoeisch“) . . .	1	(5 pCt.)	65	(83 pCt.)
3. weiblichen Blüten				

Von den sieben Versuchen, die hierbei zusammengefasst sind, wurden heuer nur drei (I, IVa, VI) fortgesetzt.

Versuch 1.

Eine zwitterige, selbstbestäubte Pflanze hatte 1903 17 Stöcke gegeben, 16 zwitterige und einen weiblichen oder stark gynomonoeischen. (Vers. I.) Von den zwitterigen Stöcken wurden Samen gesammelt, die durch Selbstbefruchtung oder Inzucht entstanden sein mussten. Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 8.

Stöcke mit		pCt.
1. Zwitterblüten	51	96
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten.	2	4
3. weiblichen Blüten	0	0
zusammen	53	100

Versuch 2.

Eine weibliche Pflanze wurde 1902 mit dem Pollen einer bestimmten zwitterigen bestäubt und gab 1903 18 Stöcke, 17 weibliche und einen zwitterigen (Vers. IVa). Von den weiblichen Stöcken wurden Samen gesammelt, die durch Selbstbefruchtung und Inzucht, vielleicht auch den Pollen eines andern, nicht weit entferntes Beetes, entstanden waren. Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 9.

Stöcke mit		pCt.
1. Zwitterblüten	1) 2	6) 12
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	1) 2	6) 12
3. weiblichen Blüten	16	89
zusammen	18	101

Versuch 3.

Dieselbe weibliche Pflanze war mit einer anderen zwitterigen bestäubt worden und hatte 1903 3 zwitterige oder gynomonoecische und 18 weibliche Stöcke gegeben (Vers. VI). Von jenen, den zwitterigen und gynomonoecischen, wurden Samen gesammelt. Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 10.

Stöcke mit		pCt.
1. Zwitterblüten	9) 13	60) 87
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	4) 13	27) 87
3. weiblichen Blüten	2	13
zusammen	15	100

Versuch 4.

Von den 18 weiblichen Stöcken, die im vorigen Versuch erwähnt sind, wurden ebenfalls Samen gesammelt (die vorwiegend oder ausschliesslich durch den Pollen der 3 zwitterigen oder gynomonoecischen Stöcke entstanden sein mussten). Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 11.

Stöcke mit		pCt.
1. Zwitterblüten	2) 4	4) 8
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	2) 4	4) 8
3. weiblichen Blüten	62	93
zusammen	66	101

Die bisherigen Ergebnisse lassen sich in folgende drei Stammbäume zusammenfassen, wobei ♂⁺♀ die stark gynomonoecischen Stöcke bezeichnet.

Tabelle 12.

A. (Vers. 1. 1905)		B. (Vers. 2. 1905)	
♂ ⁺ (selbstbest.)		♀ (best. m. ♂ ⁺)	
1902		1903	
1903	♂ ⁺ 16 ————— ♀ 1	1903	♂ ⁺ 1 ————— ♀ 17
1905	♂ ⁺ 51 ————— ♂ ♀ 2 ————— ♀ —	1905	♂ ⁺ 1 ————— ♂ ♀ 1 ————— ♀ 16

Tabelle 12. (Fortsetzung.)

C. (Vers. 3 und 4. 1905).

♀ (best. m. ♂)

1902						
1903	♂ (und ♂ ♀) 3			♀ 18		
1905	♂ 9	♂ ♀ 4	♀ 2	♂ 2	♂ 5 2	♀ 62

Zu den zwitterigen sind auch die andromonoecischen Exemplare gerechnet; rein männliche kamen nicht zur Beobachtung. Die meisten Pflanzen wurden zwei- oder dreimal untersucht.

Die Fortsetzung der Versuche, sowohl jener mit *Silene inflata*, als ganz besonders jener mit *Satureia hortensis*, lassen also das schon im vorigen Jahr aufgestellte Gesetz, dass die Zwitterpflanzen überwiegend Zwitterpflanzen, die weiblichen Pflanzen überwiegend weibliche Pflanzen hervorbringen, noch schärfer hervortreten. Seine Gültigkeit ist aber nicht auf diese Objekte beschränkt. Ich habe schon früher (S. 404) darauf hingewiesen, dass sich die Geraniaceen (*Erodium cicutarium*) anschliessen dürften. Nun kann ich dasselbe mit aller Bestimmtheit für die Dipsaceen (*Scabiosa*) angeben.

Ich halte es nach noch nicht ganz abgeschlossenen Versuchen für sicher, das auch die androdioecischen Pflanzen (*Geum*) ein entsprechendes Verhalten zeigen, dass also hier die Blüten der zwitterigen Stöcke, mit dem Pollen der männlichen befruchtet, vorwiegend männliche Nachkommen geben, während sie mit dem Pollen zwitteriger Stöcke vorwiegend Zwitter hervorbringen. Auch hier sind die Verhältnisse durch die Andromonoecie kompliziert.

Das Gesetz wird also wohl dahin zu erweitern sein, dass jede Geschlechtsform Keimzellen mit der ihre eigenen Geschlechtstendenz hervorbringt, und zwar, so lange noch beiderlei Keimzellen auf derselben Pflanze gebildet werden, in den männlichen und den weiblichen dieselbe, und dass diese Geschlechtstendenz über jene der Keimzellen *zwitteriger* Stöcke dominiert.

Ob das Gesetz auch für dioecische Pflanzen gilt, was nur seine natürliche Konsequenz ist, muss die Zukunft lehren. Die Bastardierungsversuche mit *Bryonia alba* und *Bryonia dioica*, die ich zur Entscheidung dieser Frage 1900 in Angriff genommen habe, haben noch kein eindeutiges Resultat gezeigt. Die einhäusige *Bryonia alba* gab, wie ich schon 1903 mitteilte¹⁾, mit dem Pollen der zweihäusigen *Bryonia dioica* bestäubt, ungefähr zur Hälfte männliche, zur Hälfte weibliche Bastarde; ein Wiederholungsversuch mit zwei

¹⁾ Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XXI, Heft 3, S. 195 (1903), G. A. 13, 343.

anderen Exemplaren gab dasselbe Resultat. Eine weibliche Pflanze der *Bryonia dioica* aber brachte, wie ich jetzt mitteilen kann, mit dem Pollen der *Bryonia alba* bestäubt, Pflanzen hervor, die von Anfang an oder nach einigen männlichen oder zwitterigen Blüten lauter weibliche Blüten bildeten. Bis jetzt konnten 38 Exemplare untersucht werden.

Nimmt man dazu noch das Ergebnis BITTER's¹⁾, der die 9 Stöcke, für die er die parthenogenetische Entstehung aus einem weiblichen für ganz sicher hält, sämtlich männlich fand, so hat man Beweismaterial für alle drei Arten, auf die man sich die Keimzellen dioecischer Organismen mit einer bestimmten Geschlechtstendenz versehen gedacht hat. Entweder hat ein Teil der (männlichen und der weiblichen) Keimzellen die eine, ein Teil die andere Tendenz: *Bryonia alba* ♀ + *dioica* ♂, oder alle männlichen und alle weiblichen Keimzellen haben dieselbe Tendenz, entweder die gleiche (alle weiblichen also die weibliche: *Bryonia dioica* ♀ + *alba* ♂) oder die entgegengesetzte (alle weiblichen also die männliche: parthenogenetisch entstandene Nachkommen der *Bryonia dioica* nach BITTER). Die Ähnlichkeit mit den Nachkommen eines mendelnden Bastardes ist auffällig, trotzdem halte ich noch immer das Spaltungsgesetz der Bastarde auf die Geschlechterbildung für nicht anwendbar.²⁾ Hier kann nur eine Ausdehnung meiner Versuche und jener BITTER's Aufklärung schaffen; meinen Teil der Arbeit habe ich bereits in Angriff genommen.

An der Vorstellung, dass die Gynodioecie ein Weg, wenn auch nicht der einzige, ist, der von der Zwitterigkeit zur Dioecie führt, möchte ich festhalten. Der weibliche Zustand braucht nicht mit einem Sprung erreicht worden zu sein, er kann mit dem zwitterigen durch verschiedene erblich fixierte Etappen verbunden sein. Bei *Satureia hortensis* scheinen gerade diese in den gynomonoeicischen Exemplaren erhalten zu sein, das rein zwitterige Ausgangsstadium scheint aber zu fehlen. Aus ihr wird kaum mehr eine dioecische Pflanze werden, eher könnte das bei *Silene inflata* der Fall sein.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

¹⁾ G. BITTER, Parthenogenesis und Variabilität der *Bryonia dioica*. Abh. Nat. Ver. Bremen, 1904, Bd. XVIII Heft 1.

²⁾ Vergl. dazu: GREGOR MENDEL's Briefe an CARL NAEGELI, 1866—1873, Abh. der math.-phys. Klasse der Königl. sächs. Gesellsch. der Wissensch., Bd. XXIX, Heft 3, Zusatz S. 253—258 (G. A. Anhang).

22. Über Vererbungsgesetze.

Das Manuskript mußte für den Vortrag stark gekürzt werden, es ist in dem ursprünglichen Umfang mit Zusätzen und Literaturnachweisen inzwischen bei Bornträger in Berlin erschienen.

(Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte 1905.)

Hochansehnliche Versammlung!

Die Vererbungslehre nimmt unter den verschiedenen Forschungsgebieten der Physiologie eine eigentümliche Stellung ein, die sie nur mit der Abstammungslehre teilt. Sie spielt gleichzeitig die Rolle eines Schoßkindes und eines Stiefkindes. Nach dem allgemeinen Interesse und der Menge der Theorien, die auf ihrem Boden aufgewachsen sind, muß sie uns als das Schoßkind erscheinen; wenn wir dagegen das tiefergehende Interesse und das Material von exakt festgestellten Tatsachen abschätzen, so steht sie als Stiefkind da.

Wohl ist nach und nach eine unendliche Menge von Beobachtungen zusammengetragen worden; die Probleme sind aber so verwickelt, daß volle Beachtung nur die Ergebnisse von Versuchen verdienen, für die die Frage klar gestellt und die Fehlerquellen richtig abgeschätzt wurden. Das Hauptmaterial aber, die Aussprüche der Züchter und die statistischen Untersuchungen, können im Grunde nur zeigen, wo das Experiment einzusetzen hat.

Unter Vererbung verstehen wir die Tatsache, daß die Organismen Nachkommen hervorbringen, die ihnen in weitgehendem Maße gleichen. — Halten wir uns hier an einen Organismus mit geschlechtlicher Fortpflanzung, ein höheres Tier oder eine höhere Pflanze, so wissen wir, daß in der befruchteten Eizelle, unsichtbar, schon alles bestimmt ist, was wir am heranwachsenden Organismus nach und nach auftreten sehen oder durch Abänderung der normalen Entwicklungsbedingungen hervorlocken können. Unter genau den gleichen äußeren Verhältnissen entstehen aus befruchteten Eiern verschiedener Herkunft verschiedene Wesen, wie am deutlichsten die Eier zweier Hühnerassen in demselben Brütöfen lehren. Wir sagen, die Eigenschaften des fertigen Organismus sind als Anlagen vorhanden, wobei die Natur dieser Anlagen zunächst ganz unerörtert bleiben kann.

Der Vererbungsvorgang schließt nun eine ganze Reihe von Problemen ein, von denen jedes seiner eigenen, eingehenden Bearbeitung bedarf. Die Theorie muß sie dann wieder in Zusammenhang bringen.

So fragen wir z. B., wie aus der befruchteten Eizelle mit ihren Anlagen der fertige Organismus wird — im Grunde dieselbe Frage, nur komplizierter, wie bei einem Organismus, der sich ungeschlechtlich vermehrt oder ein verlorenes Glied ergänzt, aus Teilen wieder das Ganze wird. Dies ist das Gebiet der Entwicklungsmechanik, der in der neueren Zeit sehr viel Aufmerksamkeit zugewendet worden ist, die hier aber unberücksichtigt bleiben muß.

Oder wir fragen, wie die Anlagen entstehen. Auch dieses Gebiet, auf dem Vererbungslehre und Abstammungslehre zusammentreffen, und in das die so viel umstrittene Frage nach der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften gehört, soll hier unbetreten bleiben.

Uns wird die Frage nach der Übertragung der Anlagen von einer Generation auf die andere beschäftigen, und was sich daraus etwa über die Natur der Anlagen selbst ergibt, auch nur so weit, als sich experimentell feststellbare Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen.

Diese Probleme sind selbst bei relativ einfachen Organismen noch sehr kompliziert. Vor fast 1½ Jahrhunderten stellte KÖLREUTER den ersten Pflanzenbastard her, um herauszubringen, wie die Merkmale der Eltern bei den Nachkommen auftreten, und nach der Arbeit von Generationen schien man nur bis zu der resignierten Erkenntnis durchgedrungen zu sein, daß sich dafür überhaupt keine exakten Gesetze feststellen lassen.

Erst in der letzten Zeit ist wenigstens der Anfang dazu gemacht worden; wir kennen jetzt einige solche Gesetze, die uns in zahlreichen Fällen eine Voraussage dessen, was aus einer bestimmten Befruchtung hervorgehen wird, ermöglichen. Die Voraussage läßt uns oft die Wahl zwischen verschiedenen Möglichkeiten; diese Möglichkeiten sind aber bestimmt umschrieben, und die Chancen für das Eintreffen jeder einzelnen lassen sich genau angeben. Wir haben auch einsehen gelernt, daß dies alles Erreichbare sein kann.

Ich bin Botaniker, und Sie werden es schon deshalb begreiflich finden, wenn ich wesentlich von Pflanzen reden werde. Aber ich habe dazu noch eine viel tiefergehende Berechtigung. Der erste zu wissenschaftlichen Zwecken hergestellte Bastard war, wie Sie schon hörten, ein Pflanzenbastard. Seitdem ist die Botanik stets vorangegangen, und auch jetzt hat sie wieder einen neuen Weg gewiesen, den die experimentelle Vererbungslehre betreten hat. Der Grund dafür ist leicht einzusehen.

In sehr vielen Fällen können die höheren Pflanzen ihre Nachkommenschaft durch Selbstbefruchtung hervorbringen, also dadurch, daß nicht nur

dasselbe Individuum männliche und weibliche Keimzellen bildet, sondern daß sich diese auch zu entwicklungsfähigen Keimen vereinigen.

Dieses Verhalten kann nicht hoch genug angeschlagen werden, wenn wir darauf ausgehen, festzustellen, was an erblich fixierten Eigenschaften ein Organismus besitzt. Wir können die Aufgabe der Lösung einer Gleichung an die Seite stellen. Ist Selbstbefruchtung möglich, so haben wir nur eine Unbekannte; ist sie nicht möglich — sei es, daß wir mit einem eingeschlechtlichen Organismus operieren oder mit einem selbststerilen zwitterigen —, so führen wir, um das X, die Anlagen des einen Individuums, kennen zu lernen, eine zweite Unbekannte, Y, die Anlagen des andern, zur Befruchtung nötigen Individuums in die Gleichung ein, und wollen wir dieses Y durch eine neue Gleichung bestimmen, so bedürfen wir dazu ein Z usw.

Das Aussehen trägt hier zu leicht. Wir werden sehen, wie selbst Geschwister, die äußerlich ununterscheidbar sind, ihren inneren Anlagen nach grundverschieden sein können. — Die Entdeckungen der letzten Jahre wurden nur dadurch ermöglicht, daß man die Nachkommenschaft isolierter Individuen beobachtete; einmal gefunden, lassen sich die Gesetze unschwer auch auf getrenntgeschlechtliche Organismen anwenden.

Dieser Unterschied zwischen vielen Pflanzen und den Tieren ist so einschneidend, daß es dem Zoologen vielfach schwer fällt, die Folgerungen anzuerkennen, die der Botaniker erhalten hat. Und trotzdem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die einfacheren Verhältnisse der Pflanzen den Schlüssel abgeben für die komplizierteren, die wir im Tierreich und schließlich beim Menschen finden. Denn alles weist ja darauf hin, daß dieselben großen Gesetze für beide Reiche gelten. Gesetzmäßigkeiten sind aber am leichtesten da zu finden, wo die Verhältnisse am einfachsten liegen. Allgemeine Vererbungsgesetze auf Grund der Tatsachen aufstellen zu wollen, die wir beim Menschen finden, diesen Versuch könnte man etwas drastisch mit dem Versuche vergleichen, die Gesetze der modernen Chemie durch das Studium der Eiweißstoffe zu entdecken. Die Gesetze gelten ja gewiß auch für sie, man kann sie hier aber erst nachweisen, nachdem man sie an einfacheren Verbindungen gefunden hat.

Es ist ja begreiflich, daß wir selbst von je her das Studienobjekt waren, das uns am meisten interessiert hat, und das wird immer so bleiben. Es darf nur nicht außer acht gelassen werden, daß wir auch das allerschwierigste sind — und stets bleiben werden.

Wenn wir die Nachkommen derselben Eltern vergleichen, so finden wir sie bekanntlich nie völlig gleich, mag ihre Ähnlichkeit auch noch so weit gehen. Das beruht auf verschiedenen Ursachen.

Einmal darauf, daß bei einzelnen Individuen wirklich neue Eigenschaften auftreten. Man kann sie mit DARWIN „single variations“ oder mit

DE VRIES „Mutationen“ nennen. Sie sind durch neu entstandene Anlagen bedingt und erblich und kommen jedenfalls weitaus am seltensten vor.

Dann darauf, daß die äußeren Einflüsse die einzelnen Individuen auf den verschiedenen Entwicklungsstadien, vielfach schon in der allerfrühesten Jugend, nicht gleichmäßig treffen. Solche Abänderungen sind stets vorhanden. Darüber, ob sie erblich sind, wird noch gestritten; ich persönlich neige mich der Annahme zu, daß sie es nicht sind.

Endlich beruht die Vielförmigkeit darauf, daß die Keimzellen, durch deren Vereinigung die Nachkommen entstanden sind, gar nicht alle die gleichen erblichen Anlagen besessen haben, obgleich sie von denselben Eltern stammten, so daß auch die daraus hervorgehenden Kinder nicht gleich ausfallen konnten. Diese letzte Ursache der Variabilität ist zwar nicht immer gegeben, aber außerordentlich häufig. Sie bedingt, zusammen mit den äußeren Einflüssen, das, was man „individuelle“ oder „fluktuirende“ Variation genannt hat.

Wenn wir Objekte studieren können, die schon viele Generationen hindurch nur durch Selbstbefruchtung Nachkommen hervorgebracht haben (etwa so, daß die Blüten sich gar nicht öffnen, wie bei manchen Weizen- und Gerstensorten), ist diese zuletzt genannte Quelle der Variabilität ausgeschlossen, und wir werden für gewöhnlich keine größeren Abänderungen finden, als wir sie auch bei ungeschlechtlicher Vermehrung, z. B. durch Stecklinge, antreffen.

Solche Fälle sind jedoch selten. Fast immer ist auch bei selbstfruchtbaren Pflanzen der Zutritt fremder männlicher Keimzellen wenigstens ermöglicht, sehr oft geradezu begünstigt; und der fremde Organismus wird fast immer auch etwas andere erbliche Eigenschaften besitzen. Neben stärkeren Verschiedenheiten kommen hier vor allem auch jene relativ geringen, aber erblichen Unterschiede in Betracht, auf die neuerdings JOHANNSEN unsere Aufmerksamkeit gelenkt hat. Der Erfolg der (künstlichen) Zuchtwahl beruht zum großen Teil auf der Isolation solcher Eigenschaften, die früher einmal in das Keimplasma hineingelangten.

Wir können ganz allgemein jede Vereinigung zweier Keimzellen, die nicht die gleichen erblichen Anlagen besitzen, als Bastardierung bezeichnen und fassen dabei den Begriff „Bastard“ freilich außerordentlich viel weiter, als man es gewöhnlich tut. In Wirklichkeit besteht aber auch keine scharfe Grenze zwischen Bastarden relativ wenig verwandter Organismen, die man selbst in verschiedene Gattungen gebracht hat, und Bastarden zwischen Sippen, die so nahe verwandt sind, daß sie der oberflächlichen Betrachtung identisch erscheinen. Beide Extreme folgen bei der Überlieferung der elterlichen Merkmale denselben Gesetzen, soweit wir es jetzt übersehen. Je deutlicher die Eltern verschieden sind, desto leichter

läßt sich freilich der Anteil jedes Elters¹⁾ an der Nachkommenschaft nachweisen. Das, was man Rassen- und Artbastarde nennt, wird also für das Studium besondere Bedeutung besitzen.

Was wir zur Zeit von der Übertragung der elterlichen Merkmale wissen, beruht auf dem, was uns solche Bastarde zwischen auffällig verschiedenen Eltern lehren; mit ihnen werden wir uns deshalb im folgenden beschäftigen. Die übrigen merkwürdigen Eigenschaften der Bastarde müssen hier unerörtert bleiben.

Nachdem NÄGELI 1865 zuerst die theoretischen Schlüsse aus den Ergebnissen der älteren Forscher in kritischer Weise gezogen, und FOCKE 1880 eine eingehenden Zusammenstellung des Materiales gegeben hatte, waren die nächsten 20 Jahre relativ unfruchtbar, und erst mit dem Frühjahr 1900 begann sich wieder ein regeres Interesse zu zeigen, hervorgerufen durch die Wiederentdeckung von Gesetzen, die der Augustinerpater GREGOR MENDEL (geboren 1822 in Heinzendorf in Österreichisch-Schlesien) schon 1866 veröffentlicht hatte, die aber seinerzeit unverstanden und deshalb unbeachtet geblieben waren.

MENDEL stellte seine Versuche im Garten des Königinnen-Klosters zu Brünn an, zuerst mit Erbsensorten, deren außerordentlich günstige Eigenschaften die Entdeckung der Gesetze ermöglichten, dann mit anderen Objekten, von denen viele eine Bestätigung des bei den Erbsen Gefundenen gaben, während andere, vor allem die Hieracien, ein abweichendes Verhalten zeigten.

Wir haben leider von MENDEL selbst nur eine sehr summarische Darstellung seiner Versuche mit Erbsen und eine kurze Notiz über die Hieracienbastarde; welch außerordentliches Material er aber angehäuft hatte, geht aus seinen an NÄGELI gerichteten Briefen hervor, die ich jüngst herausgegeben habe.

Als Abt seines Klosters wurde er später in den Kulturkampf gezogen und war, als er 1884 starb, für die Wissenschaft längst verloren gewesen.

Die Wiederentdeckung erfolgte fast gleichzeitig und unabhängig durch DE VRIES, den Vortragenden und ERICH TSCHERMAK, denen sich bald andere Forscher, vor allem in England, anschlossen. Jetzt, nach 5 Jahren, liegt bereits eine umfangreiche Literatur vor.

Es hat sich dabei herausgestellt, daß die neugefundenen Gesetze auch, wie vorauszusagen war, für Tiere gelten. MENDEL selbst hat schon mit Bienen experimentiert; leider wissen wir über die Ergebnisse gar nichts. Da-

¹⁾ Sit venia verbo! Die praktische Neuerung, für „elterliches“ oder „erzeugendes Individuum“ das Wort „Elter“ zu gebrauchen, rührt von C. v. NAEGELI her; vergl. dessen mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 199, Anm. (1884).

gegen haben BATESON mit Hühnerrassen, CUENOT, DARBISHIRE, CASTLE, ALLEN, WOODS, HURST, SCHUSTER mit kleinen Säugern, ARNOLD LANG mit Schnecken bestätigende Resultate erhalten; die Angaben von STANDFUSS und COUTAGNE lassen die Gültigkeit für Schmetterlinge erkennen, einige Literaturangaben auch jene für Fische. — Freilich fehlen auch einzelne Gegner nicht. Hier sind die Schüler FRANCIS GALTONS zu nennen, vor allem KARL PEARSON, deren Widerspruch sich nur durch den ganz abweichenden Vorstellungskreis erklärt, in dem sie sich bewegen.

Im folgenden will ich nun die wichtigsten Ergebnisse MENDEL's und der Forscher vorführen, die in seine Fußstapfen getreten sind. Ich muß mich dabei auf das beschränken, was mir die Hauptsache zu sein scheint, und alle speziellen Fragen und strittigen Punkte unberücksichtigt lassen.

Bei MENDEL's Versuchen mit Erbsen unterschieden sich die Eltern der Bastarde in der Farbe der Blüten — weiß oder rot —, in der Farbe der Keime — grün oder gelb —, in der Farbe der Samenschale, in der Beschaffenheit der Früchte, in der Länge der ganzen Pflanzen usw. Jeder dieser Punkte wurde besonders studiert.

Wurde ein Bastard hergestellt, dessen Eltern sich nur in einem Punkte unterschieden, so kamen zwei Merkmale in Frage, von jedem Elter eins, z. B. rote Blüten — weiße Blüten, die ein Merkmalspaar bildeten. Unterschieden sich die Eltern in zwei Punkten, so kamen vier Merkmale in Betracht, die zwei Paare bildeten, usw.

Für jeden Punkt, in dem die Eltern eines Bastardes sich konstant unterscheiden, muß sich ihr Keimplasma verschieden verhalten, sagen wir, es muß für jedes Merkmal eine Anlage vorhanden sein, und wenn wir den Bastard darstellen, kommen mit dem Keimplasma der Eltern diese Anlagen zusammen; es entstehen Anlagenpaare, die den sichtbaren Merkmalspaaren zugrunde liegen.

Bei seinen Versuchen fand nun MENDEL erstens, daß bei jedem Merkmalspaar das Merkmal des einen Elters das Merkmal des andern Elters im Bastard verdeckt, und zwar vollkommen oder fast vollkommen, so daß also z. B. der Bastard zwischen einer rotblühenden und einer weißblühenden Erbse rot blüht und von dem einen Elter, dem rotblühenden, äußerlich nicht unterschieden werden kann. Das Merkmal, resp. die Anlage des einen Elters „dominiert“ über das Merkmal, resp. die Anlage des anderen Elters, das „recessiv“ ist. Man hat dieses die „Prävalenz - Regel“ genannt.

Weitere Untersuchungen haben aber, wie die Briefe zeigen, MENDEL gelehrt, daß nicht immer in dem Anlagenpaar eine Anlage über die andere do-

miniert, und wir kennen jetzt eine vollkommene Abstufung von den Fällen, wo die eine Anlage die andere wirklich vollkommen am Sichtbarwerden verhindert, bis zu Fällen, wo der Bastard eine genaue Mittelstellung zeigt, also beide Anlagen sich gleich stark äußern. Im einen Verwandtschaftskreis kann z. B. die rote Blütenfarbe über die weiße dominieren, im anderen ein intermediäres Rosa geben.

Ja es kommt vor, daß die einzelnen Individuen derselben Bastardverbindung sich verschieden verhalten, daß z. B. das eine mehr dem einen, das andere mehr dem anderen Elter gleicht, und daß selbst am gleichen Individuum die elterlichen Merkmale mehr oder weniger unvermischt, als Mosaik, auftreten können.¹⁾ Über die Ursachen des verschiedenen Verhaltens haben wir kaum Vermutungen.

Wenn sich das phylogenetische Verhältnis der beiden Eltern feststellen läßt, ist fast immer deutlich, daß das höher stehende Merkmal, also die später entstandene, jüngere Anlage, dominiert.

Zweitens wurde MENDEL durch seine Versuche zu dem Schluß geführt, daß die korrespondierenden Anlagen der Eltern, die sich bei der Entstehung des Bastardes vereinigt hatten und während seiner vegetativen Entwicklung vereinigt blieben, schließlich doch wieder auseinandergeführt wurden, worauf die einzelne Keimzelle des Bastardes entweder die Anlage (für das Merkmal) des einen Elters oder die Anlage (für das Merkmal) des anderen Elters enthielt, und zwar so, daß in der Hälfte der Keimzellen die eine, in der Hälfte die andere Anlage vertreten war. Beim Bastard zwischen einer rotblühenden und einer weißblühenden Erbse enthalten also 50 Proz. der Pollenkörner und Eizellen die Anlage, rote Blüten hervorzubringen, und 50 Proz. der Pollenkörner und Eizellen jene, weiße Blüten hervorzubringen. Jedes der bei der Befruchtung entstehenden Anlagenpaare wird bei der Keimzellbildung wieder in seine zwei Anlagen gespalten.

Diese „Spaltungsregel“ besitzt sehr weite Gültigkeit, aber offenbar keine ganz allgemeine. Wir werden noch sehen, daß es auch nicht spaltende Merkmale gibt.

Das dritte Ergebnis MENDEL's war die vollkommene Unabhängigkeit der einzelnen Merkmale, in denen sich die Eltern der Bastarde von einander unterscheiden. Jedes läßt sich durch Bastardierung infolge des eben besprochenen Spaltens mit jedem anderen beliebig kombinieren. Aus der Blütenfarbe der einen Sorte, der Höhe einer zweiten Sorte und der Samenfarbe einer dritten, läßt sich eine neue Sorte zusammensetzen, die völlig konstant ist.

¹⁾ In Laienkreisen trifft man sehr oft die Vorstellung, daß eine solche Mosaikbildung etwas sehr häufiges sei, daß z. B. ein Bastard zwischen einer weiß blühenden und einer rot blühenden Pflanze weiß und rot gestreifte Blüten haben werde. Das ist durchaus irrig.

Dieses „Gesetz der Selbständigkeit“ der Merkmale gilt nicht nur für Rassenbastarde, sondern auch für Bastarde selbst entfernt stehender Arten.

Es kann auch keinem Zweifel unterliegen, daß dieselbe Unabhängigkeit auch jenen Eigenschaften einer Sippe zukommt, die wir nicht direkt darauf prüfen können, weil wir gerade keine passende zweite Sippe zum Bastardieren haben.

Das Bild, das uns eine Sippe bietet, ist also, wie DE VRIES es ausgedrückt hat, aus lauter einzelnen selbständigen Zügen, ihren Eigenschaften, zusammengesetzt, die für das Studium der Vererbung einzeln betrachtet werden müssen, und die auch einzeln entstanden sein werden. Die konsequente Durchführung dieser Erkenntnis bedeutet einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der Manier, die Eigenschaften einer Sippe als etwas Einheitliches aufzufassen, wie sie sich in den Ausdrücken „Blut“, „Halbblut“, „ $\frac{3}{4}$ Blut“ usw. ausspricht, die den Züchtern so geläufig sind.

Diese Unabhängigkeit der Merkmale läßt auch einen sicheren Schluß auf die Natur ihrer Anlagen tun: für jedes selbständige Merkmal muß auch eine selbständige Anlage vorhanden sein, die aus dem Zusammenhang mit ihresgleichen gelöst und mit anderen Anlagen kombiniert werden kann — ein Schluß, der für alle theoretischen Untersuchungen von fundamentaler Bedeutung ist. Hierauf näher einzugehen, besonders auch die Schwierigkeiten zu erörtern, die dieser Annahme entgegenstehen, würde uns aber zu weit führen.

Im speziellen sind freilich die einzelnen Züge des Sippenbildes, die Merkmale, oft nur schwierig abzugrenzen, d. h. nur durch das Experiment. — Vielfach ist das, was uns zunächst als selbständiges Merkmal erscheint, nichts anderes als die notwendige Konsequenz eines anderen Merkmales. So ist die runzelige Beschaffenheit des Zuckermaiskornes gegenüber einem glatten Maiskorn eine Folge seines größeren Wassergehaltes im frischen Zustand, und dieser wieder eine Folge davon, daß im Korn Dextrin und Zucker an Stelle von Stärke abgelagert wird. Dadurch ist auch ein Unterschied im Gewicht, in der Färbung und im Bruch bedingt. Über alle diese Merkmale entscheidet also das Vorhandensein einer einzigen Anlage: ob im Korn Dextrin und Zucker oder Stärke abgelagert wird.

Schwieriger liegen die Verhältnisse da, wo Eigenschaften miteinander in echter Korrelation stehen; sie ist vielleicht durch das Vorhandensein zweier Anlagen, einer gemeinsamen und einer besonderen, bedingt. Und schließlich kommt es vor, daß zwei Merkmale sich wie eines vererben, obwohl für jedes sicher eine eigene Anlage vorhanden ist. So wird bei gewissen Levkoyensorten eine bestimmte Blütenfarbe zusammen mit einer bestimmten Beschaffenheit der Blätter, — kahl oder behaart —, überliefert, während bei anderen Levkoyensorten diese Merkmale von einander unabhängig sind.

Ich will Ihnen nun das Zusammenwirken der drei Gesetze an einigen ganz einfachen Beispielen zeigen.

Wir betrachten zunächst den Bastard zwischen zwei Brennesseln, von denen die eine stark gezähnte Blätter, die andere fast ganzrandige Blätter hat (vgl. Fig. 1). Sonst sind die Eltern völlig gleich. Bei ihrer Bastardierung entsteht nun aus der Anlage des einen Elters „gesägter Blattrand“ und der des anderen Elters „ganzer Blattrand“ ein Anlagenpaar, indem die eine Anlage so vollkommen über die andere dominiert, daß der Bastard ausnahmslos den gesägten Blattrand des einen Elters hat, wie Fig. 1 zeigt. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob der Vater oder die Mutter den gesägten Blattrand besaß. Isoliert man nun die Bastarde und überläßt sie der Selbstbefruchtung, so ist die neue, zweite Generation nicht mehr homogen, sondern es kommt jetzt durchschnittlich auf drei Individuen mit gesägtem Blattrand ein Individuum mit ganzem Blattrand.

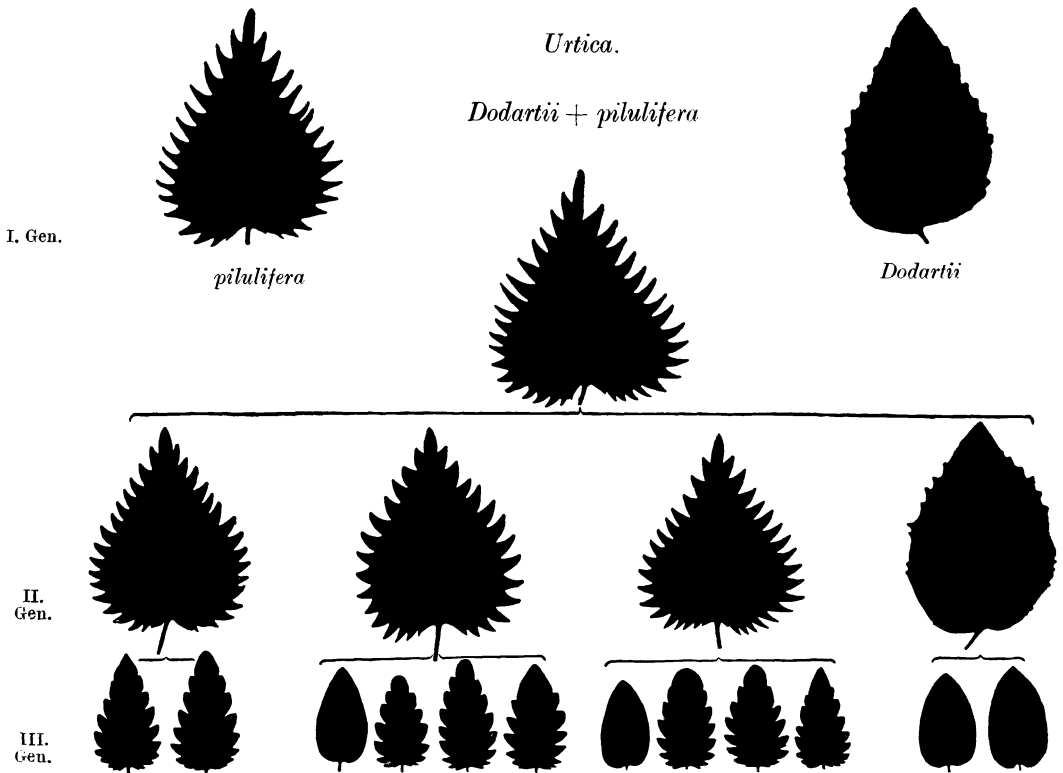


Fig. 1. *Urtica Dodartii + pilulifera* mit ihren Eltern; drei Generationen des Bastardes, je ein Blatt, für die I. und II. Generation von älteren, für die III. von ganz jungen Pflanzen. Etwas schematisch.

Wie erklärt sich das? Bei der Keimzellenbildung der ersten Generation spaltet sich das bei der Befruchtung gebildete Anlagenpaar, und es erhält die eine Hälfte der Eizellen und der Pollenkörner die Anlage für den gesägten Blattrand, die andere Hälfte jene für den glatten Blattrand. Es ist nun vollkommen dem Zufall überlassen, welche männlichen und weiblichen Keimzellen sich in jedem einzelnen Falle zu der Bildung eines Individuums der zweiten Generation vereinigen, und es ist deshalb nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu erwarten, daß durchschnittlich in vier Fällen einmal eine Anlage für glatten Blattrand mit einer Anlage für gesägten Blattrand zusammenkommt. Die so entstandenen Individuen müssen ganzrandige Blätter besitzen. Die Chancen für das Zusammenkommen zweier Anlagen für gesägten Blattrand sind ebenso groß; unter je vier Nachkommen wird deshalb durchschnittlich eine Pflanze den gesägten Blattrand aufweisen müssen. Die Chancen endlich für das Zusammentreffen zweier ungleichen Anlagen — gesägt und ganzrandig — sind doppelt so groß. Aus ihm müssen deshalb durchschnittlich zwei von den vier Pflanzen hervorgehen, und da die eine Anlage vollkommen über die andere dominiert, müssen diese Pflanzen ebenfalls gesägte Blätter besitzen.

Auf ein Individuum mit ganzem Blattrand kommen also drei mit gesägtem. Diese drei sind äußerlich ununterscheidbar, aber, wie wir sehen, von zweierlei Herkunft. Infolgedessen wird eines bei genügender Isolation in der nächsten und den folgenden Generationen nur mehr Nachkommen mit gesägträndigen Blättern geben, wie das ganzrandige Individuum nur ganzrandige, während die beiden anderen gesägträndigen Exemplare wieder auf drei gesägträndige Nachkommen etwa einen ganzrandigen hervorbringen müssen. Sind sie doch nichts anderes, als die aufs neue entstandene Bastardform, während das erste gesägträndige Exemplar und das ganzrandige auch innerlich vollkommen den Eltern entsprechen.¹⁾

In diesem Falle dominiert, wie in den von MENDEL studierten Fällen, das eine Merkmal vollkommen über das andere. Dies ist, wie wir gesehen haben, nicht sehr häufig der Fall, und die Bastarde, bei denen sich die beiden Merkmale der Eltern zu einem neuen, intermediären kombinieren, lassen die Konsequenzen der Spaltung sogar viel deutlicher überblicken.

Sie sehen z. B. in Fig. 2 den Bastard zwischen zwei Sippen der *Mirabilis Jalapa*, von denen die eine weiße, die andere rosa Blüten besitzt. Der Bastard hat hellrosa Blüten. Wird er der Selbstbefruchtung überlassen, so besteht

¹⁾ Damit ist schon gesagt, daß wir bei den aus dem spaltenden Bastard „herausgezogenen“ konstanten Individuen keine größere Konstanz erwarten dürfen als bei den Eltern. MENDEL hat bei seinen Erbsen die Konstanz durch 6 Generationen geprüft.

die zweite Generation aus dreierlei Individuen. Auf eines mit den dunkelrosa Blüten des einen Elters und eines mit den weißen des anderen Elters kommen zwei, die die hellrosenroten Blüten der ersten Bastardgeneration besitzen. Jene, die dunkelrosenroten und die weißen, sind durch die Vereinigung gleicher Keimzellen entstanden und geben eine konstante Nachkommenschaft, diese,

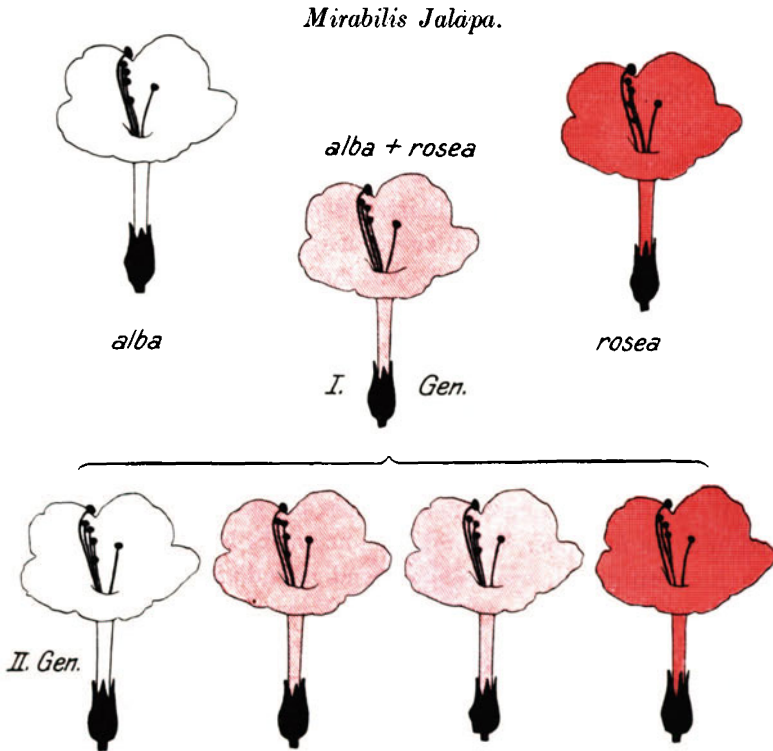


Fig. 2. *Mirabilis Jalapa* *alba + rosea* mit ihren Eltern, zwei Generationen des Bastardes. Schematisiert.

die hellrosenroten, sind durch die Vereinigung ungleicher Keimzellen entstanden und geben wieder auf ein dunkelrosenrotes und ein weißes Individuum zwei hellrosenrote.

Wir haben aus dem Zahlenverhältnis 1 : 1 der beiderlei Keimzellen des Bastardes das Zahlenverhältnis seiner Nachkommen abgeleitet; Sie verstehen nun leicht, wie MENDEL umgekehrt aus diesen, allein direkt feststellbaren Zahlen das Verhältnis 1 : 1 für die Keimzellen und daraus das Spalten der Merkmalspaare ableiten konnte.

Es liegt gar kein Grund zur Annahme vor, daß die Spaltung irgendwo in einem anderen als ganz genau diesem Verhältnis 1 : 1 erfolge, obschon ausgedehnte, noch unveröffentlichte statistische Untersuchungen zeigen, daß kaum je in der zweiten Generation das Verhältnis 3 : 1 mathematisch eingehalten ist. Alle Abweichungen sind unzweifelhaft bloß auf nachträgliche Einflüsse zurückzuführen, von denen die eine Art Keimzellen anders getroffen wird als die andere (sei es, daß die einen schon während ihrer Reifung weniger resistent sind, sei es, daß die verschiedenen Kombinationen der Keimzellen ungleich leicht gelingen), oder denen gegenüber die Embryonen, schließlich selbst die Keimpflanzen, ungleich resistent sind. So hat sich für den eben erwähnten Brennesselbastard herausgestellt, daß die ganzrandigen Pflanzen gegen Pilzkrankheiten merklich empfänglicher sind, so daß das Verhältnis der dominierenden zu den recessiven Individuen verschieden ausfällt, je nachdem man sie möglichst früh oder später zählt.

Es liegt auch kein zwingender Grund vor, anzunehmen, die Spaltung könne gelegentlich irgendwo anders im Entwicklungsgang des Bastardes eintreten, als gerade bei der Keimzellenbildung: Die Mosaikbildung der elterlichen Eigenschaften an demselben Bastardindividuum zeigt nur eine rein äußerliche Ähnlichkeit mit der Spaltung.

In den beiden eben besprochenen Fällen unterscheiden sich die Eltern des Bastardes nur in einem Punkte, so daß wir nur ein Merkmalspaar zu studieren hatten. Komplizierter werden die Verhältnisse, wenn mehr Unterschiede vorhanden sind; ich muß Ihnen aber doch den einfachsten derartigen Fall, in dem die Eltern sich durch zwei Punkte unterscheiden, vorführen, um Ihnen die Tatsachen zu zeigen, auf die das dritte Gesetz, das die volle Unabhängigkeit der Merkmale behauptet, basiert ist.

Ich wähle dazu zwei Maisrassen, den glatten, weißen Mais und den runzligen, blauen Zuckermais, und bemerke noch, daß für die beiden Anlagenpaare „glatt oder runzlig“ und „weiß oder blau“ nicht die ganzen Pflanzen, sondern jedes einzelne Korn als eigenes Individuum anzusehen ist (Fig. 3).

Der Bastard hat stets glatte Körner, wie das eine Elter, und zeigt eine schwankende Menge Blau, viel mehr, wenn die blaue Sorte als Mutter, als wenn sie als Vater gedient hat. Ausnahmsweise treten die Merkmale der Eltern mehr oder weniger unvermittelt, als Mosaik, nebeneinander bei demselben Korn auf.

Der große Kolben zeigt nun die durch Inzucht erzielte zweite Generation des Bastardes. Sie sehen außer Körnern, die den Eltern des Bastardes entsprechen, also weiß und glatt oder blau und runzlig sind, noch zweierlei neue Körner, blaue glatte und weiße runzlige, in denen Sie unschwer je eine Eigenschaft des

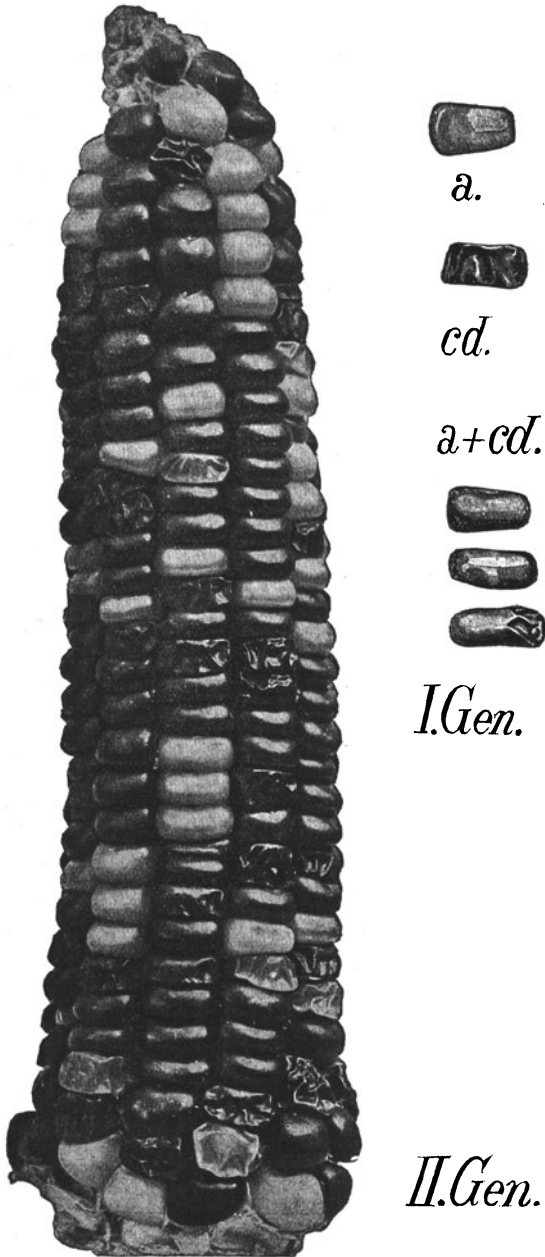


Fig. 3. *Zea Mays alba* + *coeruleodulcis*, mit den Eltern, zwei Generationen. Rechts oben die Eltern, darunter die I. Generation des Bastardes: ein normales Bastardkorn (*Z. M. coeruleodulcis* bestäubt mit *alba*) und zwei Mosaikkörner, eines in der Farbe und eines in der Form Mosaik. Links ein Kolben mit der II. Generation.

einen Eltern mit einer Eigenschaft des anderen Eltern kombinierter kennen.

Wenn wir die verschiedenerlei Körner zählen und zunächst die Farbe außer acht lassen, finden wir durchschnittlich auf drei glatte Körner ein runzliges Korn, und ebenso, wenn wir die Form außer Spiel lassen, auf drei blaue ein weißes. Das Spaltungsgesetz gilt also für jedes Merkmalspaar allein genommen. Daß die Merkmale aber untereinander unabhängig sind, das ergibt sich, wenn wir die viererlei Körner getrennt zählen. Auf 9 glatte blaue kommen durchschnittlich 3 glatte weiße, 3 runzlige blaue und 1 runzliges weißes, oder, anders ausgedrückt, bei den glatten Körnern kommt, wie bei den runzligen, auf 3 blaue 1 weißes, und bei den blauen, wie bei den weißen, auf 3 glatte 1 runzliges. — Es ist das genau das, was die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt, wenn der Zufall allein bei der Keimzellbildung die gespaltenen Anlagen für Form und Farbe mischt, und später wieder der Zufall die Keimzellen selbst zur Bildung der zweiten Generation zusammenbringt.

Wir erhalten dann zunächst in gleichen Mengen viererlei Keimzellen, indem die dominierende oder die rezessive Anlage des einen Paares mit der dominierenden oder der rezessiven des anderen Paares zusammenkommen wird: glatt mit blau und weiß, und runzlig mit blau und weiß. So entstehen, kurz gesagt, glatte blaue, glatte weiße, runzlige weiße und runzlige blaue Keimzellen. Der Zufall wird diese dann in sechzehnerlei Weise zusammenbringen: glatt blau mit glatt blau, glatt blau mit glatt weiß etc., wobei infolge des Dominierens von blau und glatt die viererlei äußerlich verschiedenen Nachkommen in dem angeführten Zahlenverhältnis entstehen müssen.

Die runzligen weißen Körner geben sofort Nachkommen, die ausschließlich runzlig und weiß sind; von den glatten und weißen und den runzligen und blauen Körnern gibt durchschnittlich je ein Drittel eine konstante Nachkommenschaft, während zwei Drittel wieder spalten. Von den glatten blauen Körnern endlich gibt nur ein Neuntel eine völlig konstante Nachkommenschaft, je zwei Neuntel eine in der Farbe oder in der Form konstante, im anderen Punkt spaltende Nachkommenschaft, und vier Neuntel eine in beiden Punkten spaltende Nachkommenschaft.

Wir erhalten also aus dem Bastard zwei neue konstante Sippen, glatt blau und runzlig weiß, neben den beiden Elternsippen: jedesmal dann, wenn der Zufall die gleichen Anlagen zusammengebracht hatte.

Wenn wir, statt den glatten weißen Mais mit einem runzligen blauen zu verbinden, einen glatten blauen mit einem runzligen weißen bastardieren, erhalten wir genau den gleichen Bastard mit derselben Nachkommenschaft. Der zuerst besprochene ist dadurch interessanter, daß für ihn jedes Elter eine dominierende und eine rezessive Eigenschaft liefert; seine Nachkommenschaft beweist, daß bei der Keimzellbildung nicht einfach das Keimplasma des einen Elters als Ganzes vom Keimplasma des anderen getrennt wird.

Unterscheiden sich die Eltern statt in zwei in drei Punkten, so wird die Sache noch komplizierter, da aus den drei Anlagenpaaren neunernerlei Keimzellen gebildet werden, und sind es noch mehr, so werden die Verhältnisse bald fast unübersehbar. Bei nur zehn Merkmalspaaren werden über tausenderlei Keimzellen gebildet, die über eine Million Kombinationen zulassen und als zweite Generation über tausenderlei schon äußerlich verschiedene und fast 60 000 innerlich verschiedene Nachkommen geben! Hier müssen wir uns die Arbeit erleichtern, indem wir jeden Punkt für sich allein betrachten.

Wir haben gesehen, daß in den Fällen, von denen MENDEL ausging, die rezessive Anlage des einen Elters im Bastard zunächst scheinbar verschwindet, um in der folgenden Generation wieder aufzutreten; sie ist „latent“ im Bastard.

Mit dieser Art latenter Anlagen dürfen die Anlagen nicht verwechselt werden, die zwar vollkommen aktiv sind, für sich allein aber gar nicht sichtbar werden, sondern erst dann, wenn sie bei der Befruchtung mit einer passenden Anlage einer andern Sippe zusammenkommen, auf die sie verändernd einwirken können. Wie wir eine Kochsalzlösung dem Aussehen nach nicht von reinem Wasser unterscheiden können, so kann in solchen Fällen die eine Sippe der anderen gleichen; und wie sich sofort der Unterschied zwischen den beiden Flüssigkeiten zeigt, wenn wir z. B. Höllenstein zusetzen, so zeigen dann die Sippen sofort ein ganz verschiedenes Verhalten, wenn sie mit derselben dritten Sippe bastardiert werden.

Solche an sich unsichtbaren Eigenschaften können entweder eine qualitative Änderung hervorrufen, z. B. Gelb in Rot verwandeln, oder eine quantitative Änderung bedingen, z. B. Rosa zu Rot steigern; sie folgen, genau wie die sichtbaren Eigenschaften, den MENDELSchen Regeln, sie „mendeln“.

Außerdem gibt es noch wirklich latente Anlagen, die nach einer Bastardbefruchtung irgendwie aktiv werden und dann ebenfalls mendeln.

In manchen Fällen, von denen MENDEL selbst schon einen, bei der Feuerbohne, beobachtete, läßt sich durch Bastardierung ein scheinbar einheitliches Merkmal, z. B. die rote Blütenfarbe des Löwenmaules nach DE VRIES, in einzelne mendelnde Komponenten zerlegen und dieses Merkmal umgekehrt aus den Komponenten wieder aufbauen.

Ich kann auf diese und andere komplizierte Verhältnisse nicht näher eingehen und möchte Ihnen nur an einem Beispiel etwas von den Tatsachen zeigen, um die es sich handelt, und die von TSCHERMAK als „Kryptomerie“ zusammengefaßt werden.

Sie sehen in Fig. 4 oben die Blüten zweier Sorten der *Mirabilis Jalapa*, die beide völlig konstant sind; die eine ist weiß, die andere blaßgelb. Der Bastard blüht hellrosa mit einzelnen roten Streifen. Eine aktive, aber unsichtbare Anlage der weißen Sippe hat bei ihm den Farbstoff der gelblichen Sippe in Rosa verwandelt; das Keimplasma der gelblichen Sippe hat seinerseits eine in der weißen steckende latente Anlage zur Streifung aktiv gemacht. Läßt man diesen hellrosa und rotgestreiften Bastard sich selbst befruchten, so erhält man als zweite Generation nicht weniger als elferlei leicht unterscheidbare Pflanzen in zwei Parallelreihen, einer gelben und einer roten, die Sie hier durch je eine Blüte repräsentiert finden: weiß, weiß und rot gestreift, hellrosa, dunkelrosa, hellrosa und rot gestreift, rot; weiß und gelb gestreift, hellgelblich, gelblich, hellgelblich und gelb gestreift, endlich ganz gelb; außer den Eltern also neun neue Sorten, und zwar in bestimmten Zahlenverhältnissen, aus denen man das Spalten der sichtbaren und unsichtbaren Anlagen ableiten kann. Am meisten Schwierigkeiten macht das Auftreten des homogenen Rot und Gelb.

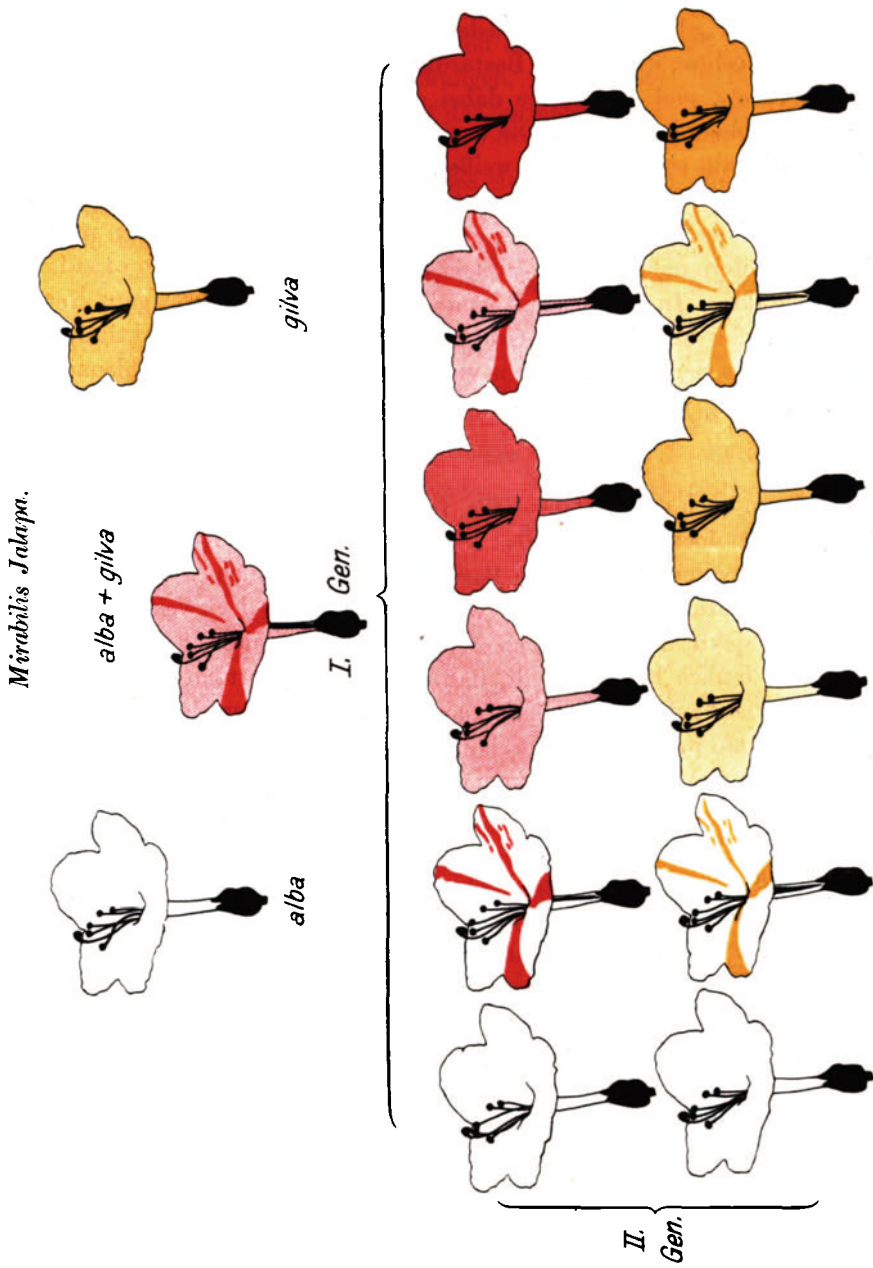


Fig. 4. *Mirabilis Jalapa* *alba + gilva* mit ihren Eltern, zwei Generationen des Bastardes. Schematisiert.

Ihrer inneren Veranlagung nach besteht die zweite Generation sogar aus mehr als 30erlei Pflanzen. So sind z. B. alle weißblühenden Exemplare zwar äußerlich völlig gleich, aber innerlich von dreierlei Art: außer solchen, die mit der gelblichen Sorte wieder rosa blühende Bastarde geben, haben wir nun auch solche, die bei der Bastardierung das Hellgelb dieser Sorte unverändert lassen, und solche, die dabei sowohl rosa blühende, als gelblich blühende Nachkommen geben. Die unsichtbare Anlage, die das Gelb in Rot modifiziert, ist aus einem Teil der weißen Individuen entfernt. Ein ähnliches Verhalten ist auch bei Tieren bekannt.

Der geschilderte Bastard ist ein gutes Beispiel für das Auftreten neuer, d. h. bei den Eltern nicht sichtbarer Eigenschaften, oft von deutlich atavistischem Charakter. In Wirklichkeit handelt es sich nie um etwas ganz Neues, sondern entweder um eine neue Gruppierung aktiver oder ein Aktivwerden latenter Anlagen der Eltern, einzeln vielleicht noch um eine Beschleunigung in der Entfaltung vorgebildeter, bisher noch nicht aktiver Anlagen.

Wenn nun auch die Zahl der Fälle, in denen die Spaltungsregel gilt, sehr groß ist, so kam doch MENDEL selbst schon darauf, daß nicht alle Merkmalspaare spalten, sondern daß es auch Bastarde gibt, die in der zweiten und den folgenden Generationen so aussehen wie in der ersten, also konstant sind.

Für die Objekte, die MENDEL, speziell daraufhin studiert hat, die Hieracien hat sich nun freilich herausgestellt, daß die Konstanz der Bastarde darauf beruht, daß die Nachkommenschaft zumeist gar nicht auf geschlechtlichem Wege, sondern auf parthenogenetischem Wege entsteht, wie die dänischen Botaniker RAUNKIAER und OSTENFELD gezeigt haben.

Trotzdem also gerade die von MENDEL am eingehendsten studierten Fälle ihre Beweiskraft verloren haben, ist an der Existenz nicht spaltender Merkmalspaare und konstanter Bastarde nicht zu zweifeln.¹⁾ Es kommen auch, was von besonderem theoretischen Interesse ist, offenbar spaltende und nicht spaltende Paare bei demselben Bastard vor. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, daß sich die Zahl der mendelnden Fälle noch sehr stark vermehren wird. Nur stößt der Nachweis oft auf Schwierigkeiten, die um so größer werden, je größer die individuellen Schwankungen in der Ausbildung der Eigenschaften bei den Eltern und dem Bastard sind. Das zeigen z. B. die Bastarde zwischen verschiedenen gestalteten Radieschen sehr deutlich.

Es liegt nun nahe zu fragen, welche Eigenschaften der Eltern „spalten“ und welche nicht.

¹⁾ Über scheinbares Nichtspalten vergl. die Separatausgabe, S. 29.

Soviel steht zunächst fest, daß die verschiedenartigsten es tun können. Die meisten Beispiele haben bis jetzt Unterschiede in der Färbung, in der Behaarung und in der Größe geliefert. Es spalten aber auch Unterschiede in der Form, selbst Merkmale von Blütezeit und Lebensdauer, auch pathologische Eigenschaften und Bildungsabweichungen, so die Anomalie der japanischen Tanzmaus bei der Bastardierung mit der normalen Maus, Blütenmißbildungen und bunte Blätter.

Man kann also nach der Natur eines Merkmales (resp. einer Anlage) nicht voraussagen, ob es mendelt oder nicht; es kommt darauf an, mit welchem anderen Merkmal es bei der Bastardierung zusammenkommt.

Ein instruktives Beispiel liefert die Hautfarbe des Menschen. Bei den Negern kommen zuweilen Albinos vor, bei denen das dunkle Pigment der Haut nicht ausgebildet ist. Die Nachkommenschaft solcher Albinos mit typischen Negern mendelt nach dem, was CASTLE darüber berichtet hat; der Albino ist rezessiv. Aus der Verbindung von Europäern und Negern gehen aber nach allem, was wir wissen, intermediäre, nicht mendelnde Nachkommen hervor.

Der Unterschied kann nicht darin liegen, daß die Verwandtschaft zwischen Europäern und Negern eine viel geringere ist als zwischen Neger und Negeralbino; denn es gibt Pflanzenbastarde, wo das Spalten typisch geschieht, gleichgültig, ob wir eine ähnlich abweichende Form, wie es der Albino ist, mit ihrer Stammform oder einer ganz anderen Art verbinden, mit der sie sehr wenig verwandt ist und fast sterile Bastarde liefert. Der Grund wird wo anders liegen. Bei der Verbindung von Neger und Negeralbino kommt dieselbe Pigmentierungsanlage zweimal zusammen, aber einmal im normalen, einmal im modifizierten, wenn Sie wollen, krankhaften Zustande, vom Albino stammend. Bei der Vereinigung von Weißem und Neger verbinden sich dagegen zwei wirklich verschiedene Anlagen, die für zweierlei Pigmente. Überträgt man DE VRIES' Vorstellung von der „unisexuellen“ und „bisexuellen Kreuzung“ auf unsere Fälle, so müßte man sagen: die Anlage des Negers für Pigmentierung findet im Keimplasma des Weißen gar keine Anlage, mit der sie ein spaltendes Paar bilden könnte, dagegen wohl im Keimplasma des Negeralbino; und umgekehrt findet die Anlage des Weißen keine im Keimplasma des Negers. Ich kann diese Anschauung auf Grund theoretischer Bedenken und experimenteller Ergebnisse nicht teilen. Eine völlige Klarstellung der Bedingungen, unter welchen die Eigenschaften spalten und nicht spalten, ist erst von der Zukunft zu erwarten. Einstweilen sind vor allem auch die nicht mendelnden Fälle viel zu wenig bekannt.

CASTLE und BATESON haben auch die Geschlechterbildung in den Kreis der MENDELSCHEN Phänomene zu ziehen gesucht. Auch hierfür ist erst von der Zukunft weiterer Aufschluß zu erwarten. Einstweilen scheint mir ein

prinzipieller Unterschied darin zu bestehen, daß die Keimzellen bei den mendelnden Bastarden entweder nur die eine oder nur die andere Anlage eines Paares enthalten, während sie zweifellos bei einem getrenntgeschlechtlichen Organismus stets die Anlagen beider Geschlechter besitzen, und die eine bloß unterdrückt, nicht beseitigt sein kann, wenn überhaupt die Keimzellen schon allgemein eine bestimmt ausgesprochene Geschlechtstendenz besitzen.

Mit den Bastarden von Neger und Negeralbino habe ich Ihnen auch den einzigen einigermaßen sicheren Fall vorgeführt, in dem für den Menschen mendelnde Eigenschaften bekannt sind. Wundern kann uns dies spärliche Material nicht, wenn wir der Schwierigkeiten gedenken, schon der rein technischen. Wie verwickelt die Verhältnisse liegen können, durfte ich Ihnen für den zuletzt besprochenen Mirabilis-Bastard andeuten. Beim Menschen liegen sie gewiß oft noch viel komplizierter. Die Sicherheit, die uns dort das Experiment gibt, werden wir hier nie erlangen. Es muß aber auffallen, wie manches von dem, was wir an unseren Pflanzenbastarden entdeckten und durch das Tierexperiment im wesentlichen bestätigt fanden, zu dem stimmt, was wir von der Übertragung der elterlichen Eigenschaften beim Menschen wissen, vor allem das Überspringen einer Generation oder mehrerer Generationen, das sich im plötzlichen Auftreten einer latenten, rezessiven Eigenschaft äußert, sobald das Keimplasma eines Individuums mit der gleichen Anlage hinzutritt, mag sie in dem zweiten Individuum aktiv oder latent gewesen sein. Das gibt uns die Hoffnung, daß auch beim Menschen vieles sich den bekannten Gesetzen schicken wird. Auch das Studium der Vererbung von Krankheiten, resp. der Disposition dazu unter den neuen Gesichtspunkten scheint mir aussichtsreich zu sein.

Die Zeit verbietet mir, auf andere mehr oder minder festbegründete Gesetzmäßigkeiten in der Übertragung der elterlichen Eigenschaften einzugehen.

Ich muß zum Schluß eilen.

Die experimentelle Vererbungslehre hat erst jetzt den Weg betreten, den MENDEL ihr vor 40 Jahren erschlossen hat. Es scheint mir vermessen, schon jetzt sagen zu wollen, wie weit und wohin er uns führen wird. Wir können nur die nächsten Schritte überblicken und die nächsten Aufgaben zu lösen trachten.

Das Ausland, vor allem England und Amerika, macht alle Anstrengungen, die Führung zu übernehmen. Aus Mitteln, die CARNEGIE zur Verfügung gestellt hat, ist auf Long Island eine Station für experimentelle Entwicklungsgeschichte gegründet worden, die sich mit diesen Problemen befaßt. Hoffentlich wird auch Deutschland und Österreich sein Teil an der Arbeit behaupten. Berücksichtigt man die Zeit, die derartige Versuche beanspruchen, die Menge

mechanischer Arbeit, die mit ihnen verbunden ist, die Abhängigkeit von äußeren, unberechenbaren Faktoren, die nötigen Mittel und das mehr auf das Allgemeine als auf das Spezielle gerichtete Interesse, so wird die bisher geringe Beteiligung an der exakten Arbeit verständlich.

Mein Vortrag, der mehr auf dem Experimentierfeld als im Studierzimmer entstanden ist, hat wohl manchen enttäuscht, der allgemeine Erörterungen statt speziellen Eingehens erwartet hat. Beides war nicht zu vereinigen. Die allgemeinen Erörterungen aber wären ohne die Kenntnis der speziellen Tatsachen unverständlich geblieben. Noch ist die Zeit nicht da, wo das eben Vorgetragene, scheinbar so kompliziert und im Grund doch so einfach, Gemeingut geworden ist. Sie wird aber kommen, und MENDEL's Arbeit wird unvergessen bleiben.

Österreich aber darf stolz sein, diesen Mann hervorgebracht zu haben.

23. Ein Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluvialis*.

Mit einer Figur im Text.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 24, H. 3, S. 162—173. 1906.

(Eingegangen am 25. März 1906.)

In der zweiten Mitteilung über meine die Gynodiöcie betreffenden Untersuchungen¹⁾ habe ich es als sehr wahrscheinlich hingestellt, dass bei den gynomonöcischen Individuen der *Satureia hortensis* — und wohl auch bei denen der *Silene inflata* — die Unterschiede in der Zahl der weiblichen Blüten und in der Zeit ihres Auftretens nicht ausschliesslich von äusseren Bedingungen abhängen, sondern dass die gynomonöcischen Individuen in verschiedene, erblich fixierte Sippen (Linien) mit grösserer oder geringerer Neigung zur Produktion weiblicher Blüten gehörten. Den exakten Beweis für ihr Vorhandensein musste ich noch schuldig bleiben, doch ist er wohl in einem anderen Verwandtschaftskreis bereits erbracht: bei den gynomonöcischen Kompositen.

Ich denke dabei vor allem an das bekannte Experiment, das DE VRIES²⁾ mit *Chrysanthemum segetum* angestellt hat, und in dem es unter anderm gelang, aus einem Gemisch von Sippen eine mit durchschnittlich 13strahligen und eine mit durchschnittlich 21strahligen Blütenköpfen zu isolieren. Die Zahl der Strahlenblüten deckt sich aber bekanntlich mit der Zahl der weiblichen Blüten in den gynomonöcischen Köpfchen, und so beweist der Züchtungsversuch DE VRIES' auch die Existenz erblich konstanter, verschieden stark gynomonöcischer Sippen.

Ein Einwand lässt sich zurzeit freilich auch hier noch nicht ganz entkräften: Es sind meines Wissens bei *Chrysanthemum segetum* immer nur die ♀ Strahlenblüten und nicht auch die ♂ Scheibenblüten gezählt worden, und man könnte behaupten, dass auch die Zahl der Scheibenblüten bei der

¹⁾ Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie. Diese Berichte, Bd. XXIII. S. 453 (1905, G. A. 21, 454).

²⁾ Man vergleiche hierzu H. DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. I, S. 523 bis 547. — Inzwischen hat F. LUDWIG (Festschrift für P. ASCHERSON, S. 296, 1904) nachgewiesen, dass ein Ausgangsmaterial, wie es DE VRIES durch Mischung der Samenproben verschiedener botanischer Gärten hergestellt hatte, auch im Freien auf demselben Acker, vorkommen kann.

21. Sippe entsprechend grösser sei als bei der 13. Sippe, dass also nicht die relative Zahl der ♀ Blüten, sondern die Gesamtzahl der Blüten überhaupt zugenommen habe.

Durch F. LUDWIG und andere Forscher¹⁾ ist es bekannt, dass mit der Zunahme der Zahl der Strahlenblüten bei den einen Kompositen auch die Zahl der Scheibenblüten steigt, bei den anderen sinkt; der Korrelationskoeffizient ist dann positiv oder negativ. Eine solche Korrelation wird hier auch bestehen; es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass sie so gross ist, dass beiderlei Blüten in selbener Masse an Zahl zunehmen. Denn der Zunahme der Strahlenblüten von 13 auf 21 würde dann, bei gleichbleibender Grösse der Einzelblüten, eine Zunahme des Scheibendurchmessers von drei auf vier, also um ein Drittel, entsprechen, die wohl sicher beobachtet wäre²⁾; auch zeigt ja die weitere Steigerung von Pflanzen mit 21strahligen Köpfchen zu Pflanzen mit noch höherer Strahlenzahl, bis zu gefüllt blühenden, die DE VRIES gelang, deutlich, dass die Zunahme der Zahl der Scheibenblüten nicht mit der der Strahlenblüten Schritt hält. Wenn also auch die Verhältniszahl der Scheiben- zu den Röhrenblüten für die 13er und 21er Sippe erst noch genau festgestellt werden muss, so ist doch wohl sicher, dass die Zunahme der Scheibenblüten derjenigen der Strahlenblüten nicht proportional ist, und dass die beiden Sippen also verschieden stark gynomonöisch sind. — Die ganze Frage ist hier nur berührt, weil wir sie (S. 491) bei der Diskussion der Ergebnisse meiner Versuchsreihe mit *Dimorphotheca* brauchen werden.

Die Gynomonöcie bietet u. a. noch ein zweites Problem. Dass die zwittrigen und weiblichen, auf verschiedenen Individuen verteilten Blüten einer gynodiöcischen Art eine ganz auffällig verschiedene Nachkommenschaft geben, ist nun festgestellt³⁾. Geben nun die zwittrigen und weiblichen Blüten, die zusammen auf derselben Pflanze vorkommen, auch eine verschiedene Nachkommenschaft oder die gleiche?

Man wird nach einiger Überlegung schon von vornherein sagen können, dass die Nachkommenschaft, ihren Anlagen nach, wenigstens annähernd

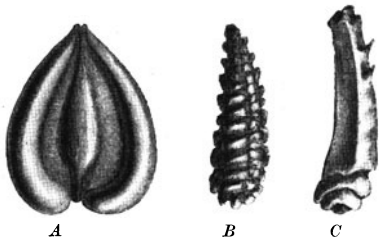
¹⁾ F. LUDWIG, Weiteres über Fibonaccikurven (Botan. Centralblatt, Bd. LXVIII, S. 1, 1896) und Über Variationspolygone und Wahrscheinlichkeitskurven (ebendort, Beihefte, Bd. IX. S. 89, 1900); ferner SHULL, A quantitative Study of Variation in the Bracts, Rays and Discflowers of *Aster Shortii* Hook. usw. (Amer. Natural. Vol. XXXVI. Nr. 422, 1902.)

²⁾ DE VRIES stellt seine 21er Sippe mit dem *Chrysanthemum segetum grandiflorum* des Handels zusammen, das grössere Köpfchen hat; dies beruht jedoch wenigstens zum Teil auf der Vergrösserung der einzelnen Strahlenblüten.

³⁾ Experimentelle Untersuchungen über die Gynodiöcie (diese Berichte, Bd. XXII. S. 506, 1904, G. A. 17, 396) und Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie (ebenda, Bd. XXIII. S. 452, 1905, G. A. 21, 453).

gleich ausfallen muss. Es schien mir aber doch wünschenswert, einige genaue Daten darüber zu besitzen, ob sich nicht wenigstens ein gewisser Unterschied nachweisen liesse, und so begann ich 1903 eine Versuchsreihe mit *Dimorphotheca pluvialis*.

Bei dieser zuweilen als Gartenzierpflanze gezogenen Calendulacee sind, wie längst bekannt und oft beschrieben¹⁾, die Früchte der weiblichen Strahlenblüten, die „Randfrüchte“, länglich keilförmig, etwas gebogen, walzlich-dreieckig, runzelig (Fig. 1, B), die Früchte der zwittrigen Röhrenblüten, die „Scheibenfrüchte“, dagegen durch einen breiten Flügelsaum rundlich verkehrt eiförmig und glatt (Fig. 1, A). Ihre Zahl ist zwei- bis dreimal grösser als die der Randfrüchte. Die alleräussersten Randfrüchte pflegen etwas abweichend ausgebildet, grösser und glätter, zu sein und am Blütenboden fester zu haften (Fig. 1, C); sonst sind keine auffälligen Variationen in der Form vorhanden. Vor allem fehlen Übergänge zwischen Rand- und



Dimorphotheca pluvialis. A Scheibenfrucht (Vergr. 3), B gewöhnliche Randfrucht (Vergr. 6), C eine der äusseren Randfrüchte (Vergr. 6).

Scheibenfrüchten ganz. Endlich sind im Zentrum des Köpfchens noch männliche Röhrenblüten vorhanden²⁾. Der Längsschnitt durch das Blütenköpfchen lässt sich demnach schematisch so darstellen:

♀, ♀, ♂, ♀, ♀.

Dimorphotheca pluvialis ist also eigentlich gar nicht gynomonöisch, sondern trimonöisch. Die ♀ Strahlenblüten können durch den Pollen der ♀ und der ♂ Röhrenblüten, die ♀ Röhrenblüten durch ihren eigenen Pollen oder den der ♂ Blüten befruchtet werden. Das schien mir aber gegenüber der Leichtigkeit, mit der die Früchte der ♀ und der ♀ Blüten auseinander gehalten werden können, von geringer Bedeutung.

Vererbungsversuche mit den Früchten anderer heterokarper Kompositen (*Sanvitalia procumbens*, *Verbesina* [*Ximensia*] *encelioides* und *Zinnia*) hat bereits WIGAND³⁾ angestellt; er wollte auf diesem Wege die Frage entscheiden, „ob die durch Sprossung aufgetretenen Variationen erblich seien oder nicht“. Das Ergebnis war, wie es WIGAND selbst erwartet hatte, nega-

¹⁾ Zuerst wohl von VAILLANT im Jahre 1720 (Act. Acad. Paris., nach D. C. Prodromus).

²⁾ Die beiden wichtigsten neueren Arbeiten über die Geschlechterverteilung der Kompositen, jene von HILDEBRAND (Über die Geschlechtsverhältnisse bei den Kompositen, Nov. Act. Acad. Caes. Leop.-Carol. Bd. 35, 1870) und von VON UEXKÜLL-GYLLENBAND (Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Kompositen, Bibl. Botan. Heft 52 1901), behandeln unsere Gattung nicht; die Blütenverhältnisse sind aber in der systematischen Literatur richtig angegeben.

³⁾ A. WIGAND, Der Darwinismus, Bd. I, S. 417 (1874).

tiv; nur bei *Zinnia elegans* schienen ihm aus den Randfrüchten vielleicht etwas mehr halbgefüllte Exemplare hervorzugehen. Er urteilte jedoch nur nach dem Schätzen.

Das mit *Zinnia* erhaltene Ergebnis bringt WIGAND selbst in Verbindung mit einer durch DARWIN's Zitat¹⁾ bekannt gewordenen Angabe LECOQ's²⁾, nach der bei der Herbstaster (*Callistephus chinensis*) die Früchte der weiblichen Randblüten, auf deren Zunahme ja die Füllung beruht, mehr gefüllte Pflanzen hervorbringen als die Früchte der zwittrigen Scheibenblüten. Auch sonst finden sich in der gärtnerischen Literatur ähnliche Angaben³⁾. VILMORIN gab dagegen, ebenfalls nach einem Zitat LECOQ's an, dass man die Früchtchen der Blütenköpfchen der Seitentriebe sammeln müsse, wenn man gefüllte Pflanzen erhalten wolle.

Mir scheint die ganze Annahme LECOQ's durchaus unbewiesen zu sein. MAISONNEUVE hat gar keine vergleichenden Versuche mit Früchten der Scheibenblüten gemacht und ausserdem sehr wahrscheinlich immer die bestgefüllten Pflanzen als Samenträger gewählt, so dass das ganze Experiment wohl ein einfacher Selektionsversuch war, wie ihn DE VRIES nun exakt mit *Chrysanthemum segetum* durchgeführt hat.

Meine eigene Versuchsreihe wurde im Frühjahr 1903 damit begonnen, dass 200 Randfrüchte — Versuch A — und 200 Scheibenfrüchte — Versuch B — aus dem von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt erworbenen Saatgut ausgelesen und auf zwei gleiche, ziemlich weit getrennte Beete ausgesät wurden. Während des August wurden die Strahlenblüten von je etwa 225

¹⁾ CH. DARWIN, Variation of Animals and Plants. II. Aufl. Bd. II, S. 307. In der Literatur wird der Versuch auch DARWIN selbst zugeschrieben.

²⁾ H. LECOQ, De la fécondation etc., S. 232 (1862). Der der Angabe zugrunde liegende Versuch rührt gar nicht von LECOQ selbst her. Da sein Buch wohl nicht jedem leicht zugänglich sein wird, setze ich den ganzen charakteristischen Passus hierher: „Cette supposition vient d'être pleinement confirmée par l'expérience ingénieuse d'un de mes amis, horticulteur des plus distingués, le docteur MAISONNEUVE, d'Ambert. Habitué à manier le scalpel, il n'a pas craint d'opérer les Reines marguerites et de leur enlever, dès le commencement de l'épanouissement, tous les fleurons jaunes du centre. Dès lors il a été sûr de n'obtenir des graines que des fleurons de la circonférence, et il est parvenu, de cette manière, à créer des plantes qui donnent presque toutes des fleurs doubles, à conserver et à améliorer les belles variétés pyramidales à pétales plats, qui sont encore extrêmement rares.“

³⁾ WIGAND gibt noch an, dass diese Behauptung sich auch in REGEL's Gartenflora Bd. XIV, S. 138 finde. Am angegebenen Orte steht ein kleiner Aufsatz: „Die Samenauswahl der gefüllten Form von *Sanvitalia procumbens* und *Zinnia elegans*“ von „J“(äger), aus dem ich die betreffenden Stellen hersetze: „Die gefüllten Blumen haben verschieden gebildete Samen, rundliche, d. h. mehr volle und dicke, und flache, breite. Die ersteren sitzen mehr nach der Mitte der Blumen zu, die letzteren an den Rändern. Die ersteren geben fast ausschliesslich gefüllte Blumen, die letzteren meist einfache oder nur wenig gefüllte. Bei *Sanvitalia* trägt das Aussehen fast nie, bei *Zinnia* scheint es noch nicht ganz sicher.“

ohne Wahl herausgegriffenen Köpfchen gezählt, abwechselnd je eine Partie vom einen und vom anderen Beet; das Ergebnis ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

Dimorphotheca pluvialis, I. Generation, Zahl der Strahlenblüten bei Pflanzen, gezogen:

Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen	A. aus Randfrüchten						B. aus Scheibenfrüchten							
	Zahl der Köpfchen													
						zusammen							zusammen	
	10. VIII.	12. VIII.	17. VIII.	28. VIII.	4. IX.		in pCt.	10. VIII.	12. VIII.	17. VIII.	28. VIII.	4. IX.		in pCt.
11	—	1	—	—	1	2	0,9	1	1	—	—	1	3	1,3
12	1	1	1	5	2	10	4,4	—	1	—	—	—	1	0,5
13	21	28	11	25	23	108	47,0	19	23	10	24	29	105	47,0
14	15	10	4	5	8	42	18,5	7	13	1	14	7	42	18,5
15	7	6	4	8	6	31	13,6	3	5	6	6	5	25	11,2
16	4	3	4	7	6	24	10,6	15	7	8	6	6	42	18,5
17	1	1	—	1	1	4	1,8	—	1	—	—	1	2	0,9
18	—	1	—	1	1	3	1,3	3	—	—	—	1	4	1,8
19	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,5
20	—	—	—	—	2	2	0,9	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	1	—	—	1	0,5	—	—	—	—	—	—	—
	49	51	25	52	50	227	100	49	51	25	50	50	225	100

Man sieht deutlich, dass der Gipfel der Kurve in beiden Versuchen bei derselben Zahl, bei 13, liegt; bei den aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen (Versuch B) ist noch ein sekundärer Gipfel bei 16 sehr deutlich, bei der ersten Zählung am 10. VIII. sogar sehr auffällig, der bei den aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen (Versuch A) fehlt oder nur in dem steilen Absturz gegen 17 angedeutet ist.

Im Herbst wurden von beiden Beeten, ohne Wahl, sehr viel reife Fruchtköpfchen getrennt geerntet und aus jeder Ernte wieder Randfrüchtchen — a — und Scheibenfrüchtchen — b — ausgelesen, diesmal je 300, so dass im Frühjahr 1904 der Versuch mit vier Aussaaten, zwei als Fortsetzung zu Versuch A und zwei als Fortsetzung zu Versuch B, weitergeführt werden konnte: 1. 1903 A, 1904 a; 2. 1903 A, 1904 b; 3. 1903 B, 1904 a; 4. 1903 B, 1904 b. — Ein Pollentransport von Beet zu Beet war natürlich nicht ausgeschlossen gewesen, war aber durch die Trennung der Beete und die Menge der Pflanzen auf jedem gewiss von geringem Einfluss.

Die Zählungen wurden diesmal in größerem Massstab und dazu in einem kürzeren Zeitraum — innerhalb wenig mehr als 14 Tagen — ausgeführt; das Resultat liegt in Tabelle 2 und 3 vor.

Der Hauptgipfel der Kurve liegt in allen vier Versuchen wieder bei derselben Zahl und auch ungefähr gleich hoch (27,6—29 pCt.); diesmal ist es aber die 16 statt der 13. Ein zweiter Gipfel bei der 13 ist stets

Tabelle 2.

Dimorphotheca pluvialis, II. Generation, Kinder der aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen (A in Tabelle 1). Zahl der Strahlenblüten, bei Pflanzen, gezogen:

Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen	A a, aus Randfrüchten						A b, aus Scheibenfrüchten					
	Zahl der Köpfchen											
	Datum der Zählung				Zusammen		Datum der Zählung				Zusammen	
	20. VII.			6. VIII.		in pCt.	18. VII.			8. VIII.		in pCt.
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	1	7	1	9	1,2	2	1	2	3	8	0,9
13	50	34	61	3	148	19	44	66	70	41	221	25
14	38	22	40	2	102	13	36	44	37	26	143	16
15	50	56	42	4	152	20	45	48	37	22	152	17
16	59	77	71	5	212	28	78	62	69	37	246	27,6
17	21	31	14	—	66	8,6	21	17	23	8	69	7,2
18	12	14	9	—	35	4,6	16	5	8	—	29	3,2
19	9	10	4	—	23	3,0	5	5	3	1	14	1,6
20	6	5	2	—	13	1,7	2	1	1	3	7	0,8
21	6	—	—	—	6	0,8	4	1	—	—	5	0,6
	251	250	250	15	766	100	253	250	250	141	894	100

Tabelle 3.

Dimorphotheca pluvialis, II. Generation, Kinder der aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen (B in Tabelle 1); Zahl der Strahlenblüten bei Pflanzen, gezogen:

Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen	B a, aus Randfrüchten					B b, aus Scheibenfrüchten						
	Zahl der Köpfchen											
	Datum der Zählung				Zusammen		Datum der Zählung				Zusammen	
	20. VII.			5. VIII.		in pCt.	20. VII.			6. VIII.		in pCt.
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0,1
12	—	1	3	—	4	0,5	1	1	—	—	2	0,2
13	57	52	51	19	179	21	47	60	53	6	166	20
14	31	36	48	21	136	16	56	40	47	7	150	18
15	48	52	42	22	164	19	55	66	45	6	172	21
16	68	71	76	35	250	29	70	75	65	3	213	28
17	24	23	16	15	78	8,9	10	24	16	—	50	6,1
18	16	8	6	5	35	4,0	6	15	8	—	29	3,6
19	4	3	9	1	17	2,0	1	4	13	2	20	2,5
20	1	—	4	—	5	0,6	3	1	2	1	7	0,9
21	1	1	—	1	3	0,3	1	2	3	—	6	0,7
	250	247	255	119	871	100	250	288	253	25	816	100

deutlich erkennbar, schwankt aber viel stärker als der Hauptgipfel (19 bis 25 pCt.).

In Tabelle 4 (S. 490) sind endlich die Resultate der vier Versuche von 1904 in verschiedener Weise zusammengefasst: Zunächst so, dass die ganze Nachkommenschaft der aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen A und die

ganze der aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen B beisammen ist (I, II), und dann so, dass alle Nachkommen aus den Randfrüchten von A und B und alle aus den Scheibenfrüchten von A und B zusammengefasst sind (III, IV).

Tabelle 4.

Aa = I. Generation aus Randfrüchten, II. Generation aus Randfrüchten, Tab.2a,
 Ab = I. „ „ „ „ II. „ „ Scheibenfrüchten, „ 2b,
 Ba = I. „ „ Scheibenfrüchten, II. „ „ Randfrüchten, „ 3a,
 Bb = I. „ „ „ „ II. „ „ Scheibenfrüchten, „ 3b.

Zahl der Strahlenblüten im Köpfchen	Zahl der Köpfchen							
	I A a + A b		II B a + B b		III A a + B a		IV A b + B b	
		in pCt.		in pCt.		in pCt.		in pCt.
11	—	—	1	0,05	—	—	1	0,05
12	17	1	6	0,4	13	0,9	10	0,6
13	369	22	345	20,5	327	20	387	22,5
14	245	14,5	286	17	238	14,5	293	17
15	304	18,5	336	20	316	19,5	324	19
16	458	27,8	463	28,5]	462	29	459	27,8
17	135	7,9	123	7,5	144	8,8	119	7,5
18	64	3,9	64	3,8	70	4,3	58	3,4
19	37	2,3	37	2,3	40	2,5	34	2,1
20	20	1,3	12	0,8	18	1,2	14	0,9
21	11	0,7	9	0,5	9	0,6	11	0,7
	1660	100	1687	100	1637	100	1710	100

Das Ergebnis scheint mir durchaus das zu sein, dass die Rand- und die Scheibenfrüchte, bzw. die auf gleiche Weise befruchteten Eizellen der weiblichen und der zwittrigen Blüten, dieselbe Nachkommenschaft geben, und dass die beobachtbaren Abweichungen zufälliger Natur sind. So hat 1904 die gesamte Nachkommenschaft der 1903 aus Randfrüchten hervorgegangenen Pflanzen (Tab. 4, I) bei 16 einen niedrigeren Hauptgipfel als die der aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen, die dafür bei 13 einen etwas niedrigeren Nebengipfel besitzt [Tab. 4, II]¹⁾. Umgekehrt aber hat 1904 die aus Scheibenfrüchten beiderlei Herkunft (von A und B) gezogene Nachkommenschaft (Tab. 4, IV) bei 16 einen niedrigeren Hauptgipfel als die aus Randfrüchten beiderlei Herkunft gezogene, die dagegen bei 13 einen niedrigeren Nebengipfel besitzt (Tab. 4, III).

Dass der Hauptgipfel 1903 bei 13 und 1904 bei 16 lag, hängt von äusseren Einflüssen im weitesten Sinne ab, die, wie wir durch zahlreiche Untersuchungen

¹⁾ Aus der Literatur sind mir für unsere Pflanze nur zwei Angaben bekannt, eine von LUDWIG (Botan. Centralblatt, Bd. LXIV, S. 6, 1895), der bei einer kleinen Zahl von Köpfchen (49) nur einen Hauptgipfel bei 13 fand (hierher 33 Köpfchen), und eine von WEISSE (Die Zahl der Randblüten der Kompositenköpfchen usw., Jahrb. für wiss. Botan., Bd. XXX, S. 469, 1897), der zu Anfang der Blütezeit als Gipfelzahl der Strahlenkurve entschieden 13 fand, später an grösseren Köpfchen auch die Zahl 21.

von F. LUDWIG, DE VRIES, WEISSE, HAACKE, REINÖHL, SHULL usw. jetzt wissen, gerade auf die Zahl der Strahlenblüten von grossem Einfluss sind. Sehr deutlich trat ein solcher Einfluss hervor, als ich 1904 nach einer mehr als einmonatlichen Unterbrechung am 13. September die am 6. August abgebrochenen Zählungen des Versuches Bb nochmals aufnahm. Wie Tabelle 5 zeigt, war da der Hauptgipfel bei 16 ganz verschwunden, und der Nebengipfel bei 13 war zum Hauptgipfel geworden.

Tabelle 5.
Versuch B b (I. und II. Generation aus Scheibenfrüchten).

Zahl der Strahlenblüten . .	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Zahl der Köpfchen vom 20. VII. bis 6. VII	—	—	—	1	2	166	150	172	213	50	29	20	7	6
am 13. IX. . .	2	13	15	12	33	88	12	14	11	1	—	—	—	—

Die Ursache liegt darin, dass jetzt überwiegend oder ausschliesslich Seitenköpfchen ausgezählt wurden, und diese durch korrelative Einflüsse einerseits, die weniger günstigen äusseren Ernährungsverhältnisse andererseits kleiner und damit strahlenärmer waren.

Wenn dieser Selektionsversuch nach Rand- und Scheibenfrüchten auch negativ ausgefallen ist, so halte ich es doch für leicht möglich, dass sich bei seiner Wiederholung mit anderem Material oder mit anderen heterokarpen Kompositen ein Erfolg einstellt, ohne dass unser Ergebnis, die Anlagen der Eizellen seien hier bei zwittrigen und weiblichen Blüten die gleichen, irgend Gefahr liefe, umgestossen zu werden. Die Möglichkeit für einen solchen Erfolg liegt sogar sehr nahe.

Nehmen wir an, es wären, wie bei dem Material von *Chrysanthemum segetum*, mit dem DE VRIES seinen Versuch begann, auch bei *Dimorphotheca pluvialis* zwei Sippen durcheinander gemischt, eine mit 13 und eine mit 21 Strahlenblüten, und zwar mögen der einfachen Rechnung wegen beide gleich häufig sein. Wenn nun, wie es durchaus wahrscheinlich ist, die Zahl der Strahlenblüten bei der 21er Sippe nicht nur absolut, sondern auch relativ, den Röhrenblüten gegenüber, grösser ist, als bei der 13er Sippe (S. 485), so müsste jene auch relativ mehr Randfrüchtchen produzieren als diese. Sagen wir, um bestimmte Zahlen zu haben, bei ihr machten die Randfrüchte 21 pCt. der Zahl aller Früchtchen aus, und 13 pCt. bei der 13er Sippe. Dann müsste die 21er Sippe zu 1000 Früchtchen des oben angenommenen Gemisches ($5 \cdot 21 =$) 105 Randfrüchte und 395 Scheibenfrüchte stellen, die 13er Sippe

dagegen nur $(5 \cdot 13 =) 65$ Randfrüchte und 435 Scheibenfrüchte, so dass diese 1000 Früchtchen sich aus $(105 + 65 =) 170$ Rand- und $(395 + 435 =) 830$ Scheibenfrüchten zusammensetzen. Wählte man nun nur Randfrüchte zur Aussaat, so wären die Chancen für die 21er Sippe günstiger als für die 13er Sippe $\left(\frac{105}{170} : \frac{65}{170}, \text{ etwa } 3 : 2\right)$, bei der Wahl der Scheibenfrüchte zur Aussaat wären umgekehrt die Chancen für die 13er Sippe günstiger, wenn auch nicht in so hohem Grade $\left(\frac{435}{830} : \frac{395}{830}, \text{ etwa } 11 : 10\right)$. Die Aussaat von lauter Randfrüchten würde also zur Folge haben müssen, dass bei der Strahlenblütenkurve der 21er Gipfel mehr hervorträte, und umgekehrt die Aussaat von lauter Scheibenfrüchten, dass der 13er Gipfel mehr hervorträte, wenn auch in geringerem Grade.

Die zur Berechnung gewählten Zahlen sind mit Absicht, der Deutlichkeit halber, etwas übertrieben; vor allem werden die verschiedenen Sippen im Gemisch nicht gleich stark vertreten sein. Jedenfalls zeigt sich aber, dass eine Auswahl der Rand- oder Scheibenfrüchte bei umfangreichen Aussaaten Einfluss haben muss, sobald Sippen mit konstanter verschiedener Strahlenblütenzahl untereinander gemischt sind, und die Zahl der Scheibenblüten nicht so stark wie die der Strahlenblüten steigt. Es ist das aber gewiss oft da der Fall, wo gefüllte und halbgefüllte Sorten tubiflorer Kompositen gezogen werden, und es ist gut möglich, dass der Versuch WIGAND's mit *Zinnia* wirklich positiv ausfiel und so zu deuten ist¹⁾, und dass auch die Annahme LECOQ's über das Experiment MAISONNEUVE's — falls sie einmal als begründet nachgewiesen werden sollte — hier ihre Erklärung findet. Dass sich bei unserer *Dimorphotheca* ein solcher Einfluss nicht nachweisen liess, weist darauf hin, dass die „Population“, das Ausgangsmaterial, nur aus einer Sippe bestand, oder, was wahrscheinlicher ist, dass die verschiedenen Sippen sehr ungleich stark in ihr vertreten waren²⁾.

Es ist aber auch möglich, dass eine derartige Selektion nach Rand- und Scheibenfrüchten aus anderen Ursachen einen gewissen Erfolg haben kann, wenn nämlich der Grad der Strahlenbildung, resp. der Füllung, von dem Grade der Ernährung des Embryo, im weitesten Sinne, abhängt, und diese bei den Randfrüchten anders ausfällt als bei den Scheibenfrüchten. Wissen wir doch z. B. durch die Versuche NOBBE's und seiner Mitarbeiter³⁾, dass aus den besonders rasch keimenden Levkoyensamen die gefüllten, aus den

¹⁾ Das, was ich bis jetzt bei *Zinnia elegans* beobachtet habe, stimmt ganz dazu.

²⁾ Ich habe zwar etwas gefüllte *Dimorphotheca*-Exemplare beobachtet, aber nur ganz selten; eine gefüllte Gartensippe ist mir nicht bekannt, liesse sich aber gewiss „machen“.

³⁾ F. NOBBE, E. SCHMID, L. HILTNER, L. RICHTER: Über den Einfluss der Keimungsenergie der Samen auf die Entwicklung der Pflanze. Landw. Versuchsstationen, Bd. XXXV, S. 137 (1888).

besonders spät keimenden die einfachblühenden Individuen hervorgehen, bei gleicher Ausbildung der Samen. Auch das Gegenteil soll (bei Petunien) vorkommen¹⁾. Es ist nicht anzunehmen, dass das spätere Gefülltblühen die raschere Entwicklung des Embryo bedingt oder umgekehrt dieses jenes; beide werden zusammen von einer gemeinsamen Ursache abhängen. Solche Unterschiede in der Schnelligkeit des Keimens lassen sich, wie in der folgenden Notiz gezeigt werden wird (S. 497), auch bei den Rand- und Scheibenfrüchten der *Dimorphotheca* nachweisen, sind gewiss auch bei anderen heterokarpen Kompositen vorhanden. Und es würde gut stimmen, dass die rascher keimenden Scheibenfrüchte 1903 einen deutlichen Nebengipfel der Strahlenkurve bei 16 gegeben haben (Tab. 1); im folgenden Jahr war aber von einer entsprechend höheren Lage der Hauptgipfel bei 16 bei den aus Scheibenfrüchten entstandenen Pflanzen nichts zu sehen.

Wenn sich nun auch ein Erfolg der Auswahl nach Rand- und Scheibenfrüchten zunächst in beiderlei Weise erklären liesse, so wird die Fortsetzung der Auswahl in den folgenden Generationen Aufschluss geben können, ob die eine oder die andere Möglichkeit der Wirklichkeit entspricht. Liegt die erste vor, so muss die wiederholte Aussaat einer Fruchtform eine stetige Zunahme in der einmal eingeschlagenen Richtung, wenn auch in abnehmendem Tempo, zur Folge haben. Denn wenn auch in dem Ausgangsmaterial die eine Sippe nur schwach vertreten gewesen sein mag, wird sie, sobald ihre Chancen die günstigsten sind, von Generation zu Generation zunehmen. Beruht der Erfolg aber auf der zweiten Ursache, so wird die wiederholte Auswahl immer wieder das gleiche Ergebnis, ohne Steigerung, liefern müssen. Wenn LECOQ den Versuch MAISONNEUVE's mit *Callistephus chinensis* richtig aufgefasst hat — wahrscheinlich erklärt er sich, wie wir S. 487 sahen, ganz anders — so ist bei ihm die erste Möglichkeit realisiert, bei den Angaben der Gärtner mag die zweite Möglichkeit eine Rolle spielen; bei der ersten handelt es sich um die Isolierung einer eine höhere Strahlenszahl zeigenden Sippe aus einem Gemisch von solchen, bei der zweiten um die Isolierung der Individuen, die infolge bestimmter Ernährung eine höhere Strahlenszahl zeigen, aus derselben Sippe. Beides kann auch gut nebeneinander existieren.

Unsere *Dimorphotheca* ist leider kein günstiges Objekt für ein tieferes Eindringen; mit Gazesäckchen geschützte Blütenköpfchen gaben mir keine Früchte. Ich setze aber mit anderen Objekten die Versuche fort und werde eine Entscheidung zu bringen suchen.

¹⁾ Viele Angaben finden sich zusammengestellt bei DE VRIES, Die Mutationstheorie, Bd. I, S. 644 u. f.

Die beiden Möglichkeiten habe ich nur deshalb im Vorstehenden so eingehend erörtert, um zu zeigen, dass die Frage, die uns in erster Linie interessiert, völlig unberührt bleiben kann, wenn sich bei *Dimorphotheca* mit anderem Material (oder bei längerer Dauer noch grösserer Versuche) — oder bei anderen, gynomonöcischen Kompositen — einmal ein wirklicher Erfolg der Auswahl von („weiblichen“) Rand- und („zwittrigen“) Scheibenfrüchten nachweisen lassen wird. Die Frage lautet: Geben die zwittrigen und die weiblichen Blüten, die zusammen auf derselben Pflanze vorkommen, auch eine in ihren Anlagen verschiedene Nachkommenschaft, wie bei der Verteilung auf verschiedene Individuen? und die Antwort lautet: Sie geben dieselbe.

Es ist das ein neuer Beweis dafür, dass, wenn überhaupt bei einer Keimzelle von einer bestimmten Geschlechts-„Tendenz“ gesprochen werden kann, alle Keimzellen eines Individuums dieselbe „Tendenz“ besitzen. Die Pollenzellen eines männlichen Individuums einer diöcischen Sippe enthalten also nicht deshalb die „Tendenz“, männliche Nachkommen hervorzubringen, weil sie Pollenzellen sind, sondern weil sie auf einem männlichen Individuum gebildet wurden, und entsprechend ist es mit den Eizellen bestellt. Bei einer monöcischen Sippe enthalten nicht die Pollenkörner die eine, die Eizellen die andere „Tendenz“, sondern beide die gleiche, die, wieder ein monöcisches Individuum, mit männlichen und weiblichen Blüten, zu produzieren. Es ist das bei einiger Überlegung eigentlich selbstverständlich, wird aber, wie ich mich im Gespräche und in der Literatur überzeugen konnte, zuweilen vergessen¹⁾.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

¹⁾ Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei anderen Differenzen in der Form der Blüten oder ihrer Organe. Ich halte es zwar wohl für möglich, dass die Nachkommenschaft der chasmogamen, selbstbestäubten Blüten eines *Viola*-Stockes etwas anders ausfällt, als die der kleistogamen Blüten desselben Individuum. Darin würde ich aber zunächst nur die Folgen sekundärer (äusserer) Einflüsse sehen; den Anlagen nach halte ich die Keimzellen der chasmogamen und der kleistogamen Blüten für gleich. Etwas anderes ist es, ob es nicht bei einer kleistogamen Blüten tragenden Art Sippen gibt, die mehr kleistogame Blüten produzieren und solche, die es weniger tun, unter den gleichen äusseren Bedingungen, und schliesslich Sippen, die nur kleistogame Blüten entwickeln; ihre von BURCK behauptete Existenz halte ich für durchaus wahrscheinlich. Ein eigener, seit 1903 fortgeführter Versuch hat noch kein eindeutiges Resultat gegeben.

24. Das Keimen der beiderlei Früchte der *Dimorphotheca pluvialis*.

Mit einer Abbildung.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 24, H. 3, S. 173—176. 1906.

(Eingegangen am 25. März 1906.)

An die vorangehende Mitteilung möchte ich noch einige Beobachtungen über das im Titel genannte Thema anschliessen, weil ich dort auf sie Bezug genommen habe (S. 493). Sie sind schon im Winter 1892/93 gemacht worden, und die Individuenzahlen sind deshalb bei allen Versuchen sehr klein — jetzt würde ich sie viel grösser nehmen —, doch ist ja das Ergebnis eindeutig ausgefallen.

Die merkwürdige Verschiedenheit im Aussehen der Rand- und Scheibenfrüchte der *Dimorphotheca pluvialis* (vgl. die Abbildung auf S. 486) musste, wie die ähnlichen Differenzen bei anderen Calendulaceen, die Aufmerksamkeit der Biologen auf sich ziehen, und es hat sich vor allem LUNDSTRÖM¹⁾ eingehend vom teleologischen Standpunkt aus mit ihr befasst. Er deckte den Unterschied im Bau der Fruchtschale auf: die Scheibenfrüchte haben eine viel dünnere Schale als die Randfrüchte, und deutete jene, gewiss mit Recht, als „Flugfrüchte“, während er in diesen „Larvenfrüchte“ sah, die, Käferlarven (speziell solche von Curculioniden) nachäffend, von insektenfressenden Tieren verbreitet werden sollten. Bekannt sind auch die freilich nicht einwandfreien Versuche BATTANDIER's²⁾, nach denen Hühner, Enten und zahme Drosseln sich durch die Larvenfrüchte von *Calendula* nicht täuschen liessen.

Im folgenden soll die Mimicryfrage nicht diskutiert werden; es werden nur einige Beobachtungen über die Keimung der beiderlei Früchte mitgeteilt.

¹⁾ A. LUNDSTRÖM, Pflanzenbiologische Studien, II, Die Anpassungen der Pflanzen an Tiere. Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups Ser. III., S. 73 u. f. (1887).

Die Abbildung, die LUNDSTRÖM l. c. Taf. IV Fig. 21 von einem Querschnitt durch die Schale der Randfrucht gibt, stimmt im wesentlichen mit dem, was ich gesehen habe, überein; von dem als Fig. 20 abgebildeten Querschnitt durch die Schale der Scheibenfrucht kann ich das nicht behaupten, doch will ich darauf nicht eingehen.

²⁾ J. A. BATTANDIER, Sur quelques cas d'hétéromorphisme. Bull. Soc. Bot. de France, Tome XXX, p. 238.

Es wurden zunächst je 50 vollkommene Früchte jedes Typus ausgesucht, gewogen, dann die Samen sorgfältig herausgeschält und wieder gewogen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Randfrucht mg	Scheibenfrucht mg
Gewicht der lufttrockenen Frucht (Mittel aus 50 Stück)	2,86	2,55
Gewicht der Fruchtschale (ebenso)	1,35	1,28
Gewicht des Samens (ebenso)	1,51	1,27

Die Randfrucht ist demnach etwas schwerer (etwa um 12 pCt.) als die Scheibenfrucht; der Unterschied beruht aber weniger, wie man von vornherein meinen könnte, darauf, dass ihre Fruchtschale schwerer wäre, sondern mehr darauf, dass der Same selbst schwerer ist. Er wiegt nämlich etwa um 19 pCt. mehr, während die Fruchtschale nur um 5,6 pCt. schwerer ist.

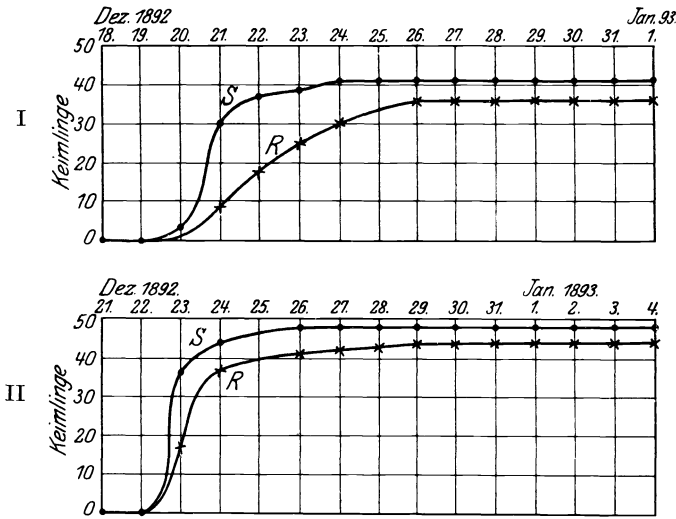


Fig. 1. Keimversuche mit Rand- (R) und Scheiben- (S) Früchten der *Dimorphotheca pluvialis*, graphisch dargestellt, I die ganzen Früchte, II die herausgeschälten Samen. Auf der Abscissenachse sind die Tage vom Beginn der Versuche an, als Ordinaten die Zahlen der Keimlinge aufgetragen.

Bei der Zartheit der Samenschale wird das grössere Gewicht ganz überwiegend durch den Embryo selbst bedingt.

Aus diesen Wägungen geht also eine merkliche Differenz zwischen den beiderlei Embryonen selbst hervor¹⁾, und die paar Keimversuche, die ich mit den Früchten unter genau gleichen äusseren Bedingungen angestellt habe, sind auch nicht gleich ausgefallen. Als Keimbett wurde Filtrierpapier verwendet.

¹⁾ Die Unterschiede in der Form der Embryonen sind wohl ausschliesslich durch die Gestalt der Fruchtschale bedingt.

In Fig. 1, I ist das Ergebnis des ersten derartigen Versuches, zu dem je 50 Früchte ohne Wahl verwendet wurden, graphisch dargestellt.

Der Vergleich der beiden Kurven, die durch die direkt festgestellten, mit \cdot und \times bezeichneten Punkte gezogen worden sind, lehrt zweierlei:

1. Die Scheibenfrüchte (*S*) keimen besser (in höherer Prozentzahl) als die Randfrüchte (*R*).
2. Die Scheibenfrüchte keimen rascher als die Randfrüchte.

Ein zweiter Versuch mit je 30 Früchten gab ein ähnliches Resultat; die relative Zahl der Keimlinge aus den Randfrüchten war diesmal noch geringer.

Die Ursache des schlechteren Resultates, das die Randfrüchte beide Male lieferten, wird zu einem Teil darin zu suchen sein, dass von ihnen eine grössere Prozentzahl von vornherein taub war. Das war auch direkt nachweisbar: Unter je 50 daraufhin untersuchten Früchten fand ich 7 taube Randfrüchte und 4 taube Scheibenfrüchte.

Zum Teil liegt die Ursache aber sicher tiefer, wie ein Keimversuch lehrte, bei dem je 50 aus der Fruchtschale mit aller Sorgfalt herausgeschälte Samen verwendet wurden, und der in Fig. 1, II in Kurvenform dargestellt ist.

Man sieht sofort, dass auch jetzt noch, wo nur gutausgebildete Samen zur Verwendung kamen, die Randfrüchte im Nachteil sind; der Unterschied der Keimprocente muss also auf der Konstitution der Embryonen beruhen. Dagegen ist jetzt die Differenz in der Keimdauer ziemlich ausgeglichen; sie wird also sicher zu einem grossen Teil durch die ungleiche Beschaffenheit der Fruchtschale bedingt, vielleicht durch den ungleich leichten Zutritt des Wassers zum Embryo. — Die verschiedene Konstitution der Embryonen selbst aber beruht gewiss auf ungleicher Ernährung irgend welcher Art.

Auf den ersten Blick erscheint es vielleicht auffällig, dass die durchschnittlich schwereren Embryonen der Randfrüchte eine geringere Keimungsenergie besitzen als die leichteren der Scheibenfrüchte. Es widerspricht das der gewöhnlichen Erfahrung; doch leuchtet ein, dass das Gewicht nicht in allen Fällen das ausschlaggebende Moment bei der Keimung sein muss.

Nachschrift. Während des Druckes habe ich noch 600 Randfrüchte und 600 Scheibenfrüchte, die durch Druck auf Taubheit geprüft worden waren, gewogen und jene im Mittel 2,59 *mg*, diese 2,44 *mg* schwer gefunden. Eine Differenz im durchschnittlichen Gewicht ist also sicher vorhanden, wenn sie auch nicht immer so gross ist, wie zufälligerweise bei den S. 496 mitgeteilten, ersten Wägungen, und die grossen Scheibenfrüchte etwas schwerer sind als die kleinen Randfrüchte.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

25. Die Vererbung der Geschlechtsformen bei den gynodiöcischen Pflanzen.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 24, H. 8, S. 459—474. 1906.

(Eingegangen am 24. Oktober 1906.)

Vor einem Jahr (G. A. 21)¹⁾ und vor zweien (G. A. 17)²⁾ habe ich an dieser Stelle über Versuche berichtet, die Vererbung der Geschlechtsformen der höheren Pflanzen, zunächst jene der Gynodiöcisten, aufzuklären. Ich wurde zur Aufstellung zweier Gesetze geführt (G. A. 21, 462): dass jede Geschlechtsform Keimzellen hervorbringt, die die Tendenz haben, wieder dieselbe Geschlechtsform hervorzubringen, und dass die Tendenz der phylogenetisch jüngeren, eingeschlechtlich gewordenen Formen über die der zwitterigen Urform dominiert. In einer weiteren Mitteilung³⁾ habe ich dann den experimentellen Beweis für die von vornherein wahrscheinliche Annahme gebracht, dass bei einer gynomonöcischen Pflanze die Eizellen der zwitterigen und der weiblichen Blüten Träger der gleichen Anlagen im gleichen Zustand sind.

Kurz nach meiner zweiten Mitteilung ist eine von C. RAUNKIAER erschienen⁴⁾, die über ähnliche, unabhängig begonnene Versuche mit *Thymus vulgaris* und *Knautia arvensis* berichtet. Die Ergebnisse, die der dänische Forscher bei *Knautia* erhalten hat, stimmen zu den von mir formulierten Gesetzen hinreichend gut: 4 zwitterige Pflanzen gaben 73 zwitterige und 7 (= 9 pCt.) weibliche Nachkommen; 6 weibliche dagegen 197 weibliche (= 72 pCt.), 44 zwitterige (= 16 pCt.) und 31 gynomonöcische (= 11 pCt.), — besonders wenn man annehmen dürfte, dass zwei der als weiblich bezeichneten Stammpflanzen eigentlich gynomonöcisch und nur zur Zeit

¹⁾ Weitere Untersuchungen über die Gynodiöcie. Diese Berichte, Bd. XXIII, S. 452 (1905), G. A. 21, 453. Im Folgenden mit G. A. 21 zitiert.

²⁾ Experimentelle Untersuchungen über die Gynodiöcie. Diese Berichte, Bd. XXII, S. 506 (1904), G. A. 17, 397. Dort findet man auch die Versuche DARWIN'S und WILLIS' angeführt. Im Folgenden mit G. A. 17 zitiert.

³⁾ Ein Vererbungsversuch mit *Dimorphothea pluvialis*. Diese Berichte, Bd. XXIV, S. 162 (1906), G. A. 23, 484.

⁴⁾ C. RAUNKIAER, Sur la transmission par hérédité dans les espèces hétéromorphes. Acad. Royale des Sciences et des Lettres de Danemark. Bull. de l'année 1906, No. 1. Die Arbeit gelangte erst kurz vor der Redaktion dieser Mitteilung in meine Hände.

der Bestimmung zufällig rein ♀ gewesen wären. Bei meinen eigenen Versuchen mit *Knautia* habe ich die Erfahrung gemacht, dass ein zunächst als ♀ bestimmter Stock nachträglich sich noch als ♂♀ herausgestellt hat. Bei *Thymus* stimmen RAUNKIAER's Ergebnisse nur für die weiblichen Pflanzen, hier aber recht gut: sie gaben unter 44 Nachkommen 42 weibliche. Die zwitterigen Pflanzen brachten dagegen unter 60 Nachkommen nur 21 Zwitter (= 35 pCt.) und 39 weibliche Individuen (= 65 pCt.) hervor. Ich habe seinerzeit, als ich die Versuche begann, zwischen *Thymus* und *Satureia* geschwankt, dann aber aus verschiedenen Gründen das zweite Objekt gewählt und kenne also *Thymus* nicht aus eigenen Versuchen, kann aber nicht glauben, dass sich die beiden wirklich prinzipiell verschieden verhalten sollten. Es ist z. B. doch vielleicht möglich, dass ein Teil der von RAUNKIAER als weiblich gezählten Nachkommen eigentlich gynomonöcisch und nur im weiblichen Stadium war¹). Diesen Fehler habe ich selbst bei meinen *Satureia*-Versuchen im Anfang begangen. Mir hat jedenfalls die letzte „Kampagne“ nur Bestätigungen der Gesetze für die beiden extremen Geschlechtsformen gebracht, bei den alten Objekten sowohl wie bei einigen neuen (*Silene dichotoma*, *Plantago lanceolata*).

Satureia hortensis.

Diese Art kommt nur in gynomonöcischen („± zwitterigen“) und in rein weiblichen Exemplaren vor (G. A. 21, 458); reine Zwitter habe ich noch nicht gesehen.

Die Versuche konnten heuer mit verschiedenartigem Material fortgesetzt werden. 1905 waren unter anderem (G. A. 21, 458) *A*: 39 Nachkommen ± zwitteriger Mütter und Grossmütter²) und *B*: 36 Nachkommen weiblicher Mütter und Grossmütter unter gleichen Bedingungen in Töpfen gezogen und von Anfang bis gegen Ende der Blütezeit (Anfang Juli bis Ende September) in kurzen Zwischenräumen immer wieder genau untersucht worden, sodass ihr Verhalten ganz genau bekannt war. Jene (*A*) waren alle als ± zwitterig, diese (*B*) als rein weiblich befunden worden, bis auf zwei, die ± zwitterig waren. Von allen wurden Samen gesammelt; dabei waren die Exemplare der Gruppe *A* in zwei Haufen gebracht worden, ebenso die weiblichen Exemplare der Gruppe *B*, während jedes der beiden gynomonöcischen Exemplare dieser Gruppe für sich abgeerntet worden war. Im Ganzen konnten also sechs Aussaaten gemacht werden:

¹) A. SCHULZ hat freilich bei *Th. Chamaedrys* diese Form nur sehr selten gefunden (Bibl. botan., Heft 10, S. 82, 1888), dagegen hat sie F. MOEWES offenbar häufiger gesehen (ENGLER's bot. Jahrb., Bd. IV, S. 204 (1883).

²) Ich gebrauche die Bezeichnung „Mutter“ und „Grossmutter“ für die die Eizellen liefernde Pflanze, ohne Rücksicht darauf, ob sie ♂ oder ♀ ist, der Einfachheit halber.

Versuch 1: Samen der \pm zwitterigen Pflanzen von *A*, Exemplar 1—16.

Versuch 2: Samen der \pm zwitterigen Pflanzen von *A*, Exemplar 17—39.

Versuch 3: Samen der \pm zwitterigen Pflanze 16 von *B*.

Versuch 4: Samen der \pm zwitterigen Pflanze 36 von *B*.

Versuch 5: Samen der weiblichen Pflanzen von *B*, Exemplar 1—15.

Versuch 6: Samen der weiblichen Pflanzen von *B*, Exemplar 17—35.

Bei Versuch 3 und 4, wo nur wenig Material da war, erfolgte die Aussaat je in einen Topf, bei Versuch 1 und 5 dagegen ausserdem noch ins Freiland, bei Versuch 2 und 6 endlich ausschliesslich ins Freiland. Aus allen Saattöpfen wurde eine Anzahl Keimlinge, wenn möglich 64, zu 4 und zu 12 in grosse Töpfe pikiert, die Saattöpfe selbst aber aufgehoben. So waren wenigstens bei zwei Versuchen (1 und 5) dreierlei Pflanzen da: die weitläufig stehenden, gut ernährten pikierten, die im Saattopf stehen gebliebenen, schlecht ernährten (es kamen nach und nach bis zu 249 Individuen in einem Topf von 17 *cm* lichter Weite zum Blühen) und die im Freien aufgewachsenen.

Die pikierten Pflanzen wurden, wie im Jahre zuvor, wiederholt einzeln genau untersucht, von Anfang der Blüte ab bis in den September jede Woche einmal. Nur diese Pflanzen sind absolut sicher bestimmt. Bei den übrigen Pflanzen war eine derartige Kontrolle nicht möglich; sie wurden, wenn immer möglich, jeden Tag revidiert, und jedes neu aufgeblühte Individuum ausgerissen und untersucht. Diese Art der einmaligen Untersuchung schien mir noch die beste, sie gewährt aber auch keine volle Sicherheit. Die \pm zwitterigen Pflanzen bringen nämlich nicht nur stets gegen den Schluss der Blütezeit immer mehr weibliche Blüten hervor, zuletzt nur noch solche, auch die allerersten Blüten sind manchmal in grösserer Zahl weiblich, sodass die Zahl der weiblichen Pflanzen zu gross gefunden sein kann. In vielen Fällen konnte übrigens durch die Untersuchung der Knospen nachgewiesen werden, dass eine gerade nur weibliche Blüten zeigende Pflanze in der Nachkommenschaft einer \pm zwitterigen Mutter eigentlich \pm zwitterig war.

Die Tabelle 1, S. 501, gibt die Resultate dieser sechs Versuche übersichtlich wieder. Es sind in ihr nur gynomonöcische „ \pm zwitterige“ und rein weibliche Individuen unterschieden; die verschiedenen Zustände der Antheren in den eigentlich zwitterigen Blüten, vom normalen bis zum verkümmerten, und deren mannigfaltige Kombinationen sind also zusammengefasst.

Die Tabelle lehrt verschiedenes Interessante. Besonders auffallend wird, dass die 2048 Nachkommen der 34 im Vorjahr stets rein weiblich gefundenen Pflanzen *B* (Versuch 5 und 6) ausnahmslos weiblich gefunden wurden. Dabei ist zu beachten, dass der Pollen, der bei ihrer Entstehung mitgewirkt, teils von den zwei \pm zwitterigen Geschwisterpflanzen ihrer Mütter, teils von den Pflanzen der Gruppe *A*, deren Mütter und Grossmütter schon Zwitter waren, herstammte. Ebenso auffällig ist die geringe Prozentzahl weiblicher Pflanzen

unter den Nachkommen der \pm zwitterigen (Versuch 1 und 2): 4 pCt. Unter den 66 einzeln pikierten Pflanzen war nicht eine weibliche, und es ist sehr wahrscheinlich, dass die 4 pCt. noch sehr stark zusammengeschrumpft wären, wenn jedes Korn sich unter günstigen Bedingungen entwickelt hätte, und jede Pflanze wiederholt untersucht worden wäre; ganz verschwunden wären sie aber gewiss nicht. Wichtig ist endlich die Tatsache,

Tabelle 1.

Nummer des Versuches	Geschlecht der Samenträger (Vorfahren)			1906									Gesamtzahl
				Pikierte Pflanzen		Saattopf		Freiland		Zusammen			
	1903	1904	1905	\pm ♀	♂	\pm ♀	♂	\pm ♀	♂	\pm ♀	♂	♀ pCt.	
1	\pm ♀	\pm ♀	\pm ♀	66	—	151	11	1102	54	1319	65	4,7	1384
2	\pm ♀	\pm ♀	\pm ♀	—	—	—	—	784	25	784	25	3,1	809
1 u. 2	\pm ♀	\pm ♀	\pm ♀	66	—	151	11	1886	79	2103	90	4,1	2193
3	♀	♀	\pm ♀	64	—	129	5	—	—	193	5	2,5	198
4	♀	♀	\pm ♀	35	—	—	—	—	—	35	—	0	35
5	♀	♀	♀	—	65	—	249	—	891	—	1205	100	1205
6	♀	♀	♀	—	—	—	—	—	843	—	843	100	843
5 u. 6	♀	♀	♀	—	65	—	249	—	1734	—	2048	100	2048

dass die zwei \pm zwitterigen Pflanzen, deren Mütter und Grossmütter weiblich gewesen waren (Versuch 3 und 4), eher weniger als mehr weibliche Nachkommen hervorbrachten als jene \pm zwitterigen Pflanzen, deren Mütter und Grossmütter schon \pm zwitterig gewesen waren (Versuch 1 und 2).

Ausser diesen sechs Versuchen wurden heuer noch weitere acht angestellt. 1905 waren nämlich auch Freilandaussaaten (I.—IV. Versuch, G. A. 21, 456) gemacht worden mit Saatgut verschiedener Abstammung. Einige der bei der Untersuchung ausgerissenen Pflanzen, die aus dem einen oder anderen Grunde aufgefallen waren, wurden in Töpfe gepflanzt und nebeneinander weiter kultiviert. Sie wurden noch zweimal revidiert; da aber diese Untersuchungen zu spät vorgenommen wurden, sind ihre Geschlechtsverhältnisse eigentlich nur durch eine Untersuchung festgestellt worden. Auch lieferten sie bei der getrennten Ernte nur geringe Mengen reifer Früchtchen, sodass nur Topfaussaaten gemacht werden konnten. Wenn die Keimlinge dazu reichten, wurden je 35 in grosse Töpfe pikiert, immer 12 in einen; der allenfalls vorhandene Rest blieb in den Saattöpfen.

Die pikierten Pflanzen wurden von Anfang der Blütezeit bis in den September allwöchentlich genau untersucht; die Bestimmung der Sexual-

verhältnisse jeder einzelnen ist also durchaus zuverlässig. Die Pflanzen der Saattöpfe wurden nach der ersten Blüte, unter Hinzuziehung der ältesten Knospen, täglich bestimmt und dann ausgerissen; hier kann trotzdem, wie bei den Versuchen 1 bis 6, die eine oder andere eigentlich gynomonöcische Pflanze als weiblich bestimmt worden sein.

Die Tabelle 2 gibt die Resultate dieser acht Versuche wieder; sie enthält zunächst die Angaben über die Vorfahren, dann das Geschlecht der Mutterpflanze mit der Nummer des Versuches vom Vorjahr, aus dem sie stammte, und das Datum der Untersuchung. Die verschiedenen Formen, in denen die \pm zwitterigen Pflanzen auftreten, sind zusammengefasst. Wo nichts anderes angegeben ist, stammen alle Individuen des Versuches von einer Pflanze ab.

Tabelle 2.

Nummer des Versuches	Geschlecht der Samenträger (Vorfahren)			1906, IV. Generation							Gesamtzahl
	I. Gen. 1903	II. Gen. 1904	III. Generation 1905	Pikierte Pflanzen		Saattopf		Zusammen			
				\pm ♂	♀	\pm ♂	♀	\pm ♂	♀	♀ pCt.	
7	\pm ♂	\pm ♂	♂ verkümmert (12. 7. Vers. I)	—	6	—	—	—	6	100	6
8	\pm ♂	\pm ♂	♂ verk. und ♀ (26. 7. Vers. I)	36	—	—	—	36	—	0	36
9	\pm ♂	♀ verk.	♀ (26. 7. Versuch II)	37	—	27	1	64	1	2	65
10	\pm ♂	♀	♂ verkümmert (12. 7. Vers. III)	36	—	261	8	297	8	2,6	305
11	\pm ♂	♀	♀ 3 Pflanzen (12. 7. Vers. III)	3	33	8	117	11	140	93	151
12	\pm ♂	♀	\pm ♂ 3 Pflanzen (26. 7. Vers. III)	38	—	173	15	211	15	7	226
13	\pm ♂	♀	♂ u. ♀ 3 Pflanzen (26. 7. Vers. III)	38	—	152	5	190	5	2,6	195
14	♀	♀	\pm ♂ (12. 7. Versuch IV)	36	—	27	—	63	—	0	63

Auch diese Ergebnisse sind in mehrfacher Hinsicht lehrreich. Die Versuche 7 und 9 zeigen schlagend, dass eine einmalige Revision der Pflanzen zu ihrer sicheren Bestimmung nicht ausreicht. Die Mutterpflanze von Versuch 9 war als weiblich bestimmt worden; sie muss in der Tat \pm zwitterig gewesen sein und nur zufällig zur Zeit der Untersuchung keine offenen Zwitterblüten gehabt haben¹⁾. Die Mutterpflanze von Versuch 7 war als

¹⁾ Voriges Jahr hatte ich noch nicht begonnen, ausser den offenen Blüten auch die Knospen zu untersuchen.

„zwitterig, aber völlig verkümmert“ bestimmt worden und war in der Tat weiblich gewesen. Wenn man daraus den Schluss ziehen wollte, „verkümmert zwitterige“ und echte weibliche Blüten wären nicht zu unterscheiden, so wäre das durchaus irrig; Versuch 8 und 10 lehren das sehr deutlich, wie Versuch II des vorigen Jahres. Dass es zweifelhafte Fälle gibt, habe ich seinerzeit (G. A. 21, 456, Anm.) hervorgehoben.

Interessant ist auch der Vergleich von Versuch 12 und 13 mit Versuch 14: Die \pm zwitterigen Pflanzen, die unter ihren nächsten mütterlichen Vorfahren nur ein weibliches Individuum hatten, überlieferten ihren zwitterigen Typus weniger streng als jene, die darunter zwei weibliche Individuen besaßen. Das weist entschieden darauf hin, dass die verschiedenen Individuen eben ihr Geschlecht mehr oder weniger genau vererben, nicht abhängig davon, was für eine Geschlechtsform die Vorfahren besaßen, sondern als „Linien“-Charakter, wie ich schon in der zweiten Mitteilung (G. A. 21, 459) andeutete. Ich stelle, um das noch klarer hervortreten zu lassen, als Tabelle 3 aus den beiden vorangehenden Tabellen die Prozentzahlen der weiblichen Pflanzen unter der Nachkommenschaft der \pm zwitterigen zusammen für drei von den vier möglichen Fällen, wie sich die Mütter und Grossmütter verhalten können.

Tabelle 3.

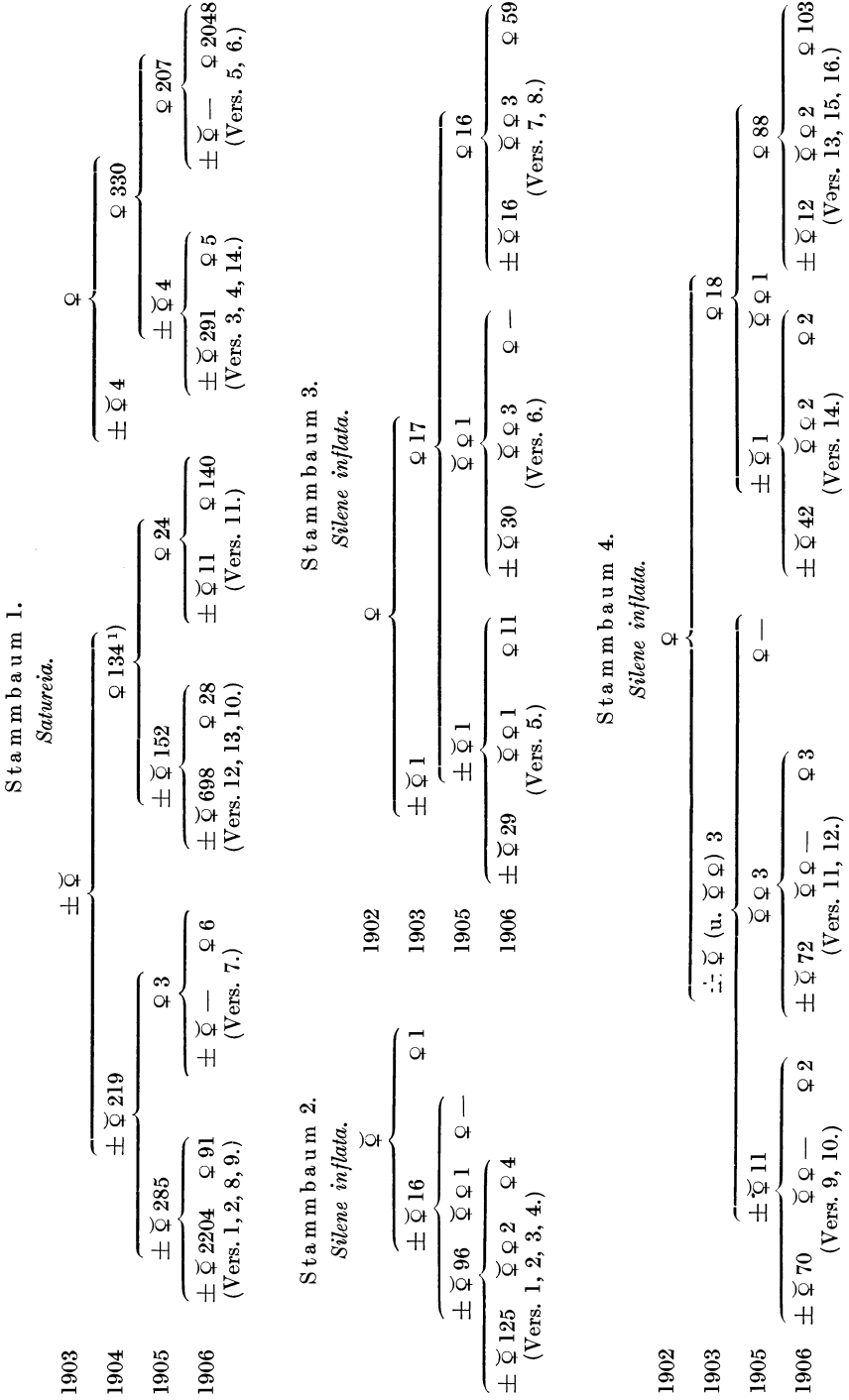
I. Gen.	II. Gen.	III. Gen.	IV Generation				
			Nummer der Versuche	Prozentzahlen der ♀ Pflanzen	Maximum	Mittel ¹⁾	Minimum
\pm ♂	\pm ♀	\pm ♂	1, 2, 8, 9	5, 3, 0, 2	5	2,5	0
\pm ♀	♀	\pm ♀	10, 12, 13	3, 7, 3	7	4	3
♀	♀	\pm ♀	3, 4, 14	3, 0, 0	3	1	0

Zum Schluss bringe ich in Form eines Stammbaumes die Ergebnisse aller vier Jahre; die Topfexemplare des Jahres 1905 sind dort, wo sie hingehören, eingefügt. (Siehe Stammbaum 1, S. 504).

Silene inflata.

Zwei von den vier Versuchen des vorigen Jahres (G. A. 21, 460) konnten vervollständigt werden, indem heuer noch eine beträchtliche Anzahl der vorjährigen Sämlinge zur Blüte kam. Daneben wurde eine ganze Anzahl neuer Versuche angestellt, bei denen Pflanzen aufgezogen wurden, die teils aus ganz bestimmten Bestäubungen hervorgegangen waren, teils wenigstens von einzelnen Individuen stammten. Nur auf diese zuletzt genannten Versuche werde ich hier eingehen, einige von jenen sind am Schluss (S. 511) kurz erwähnt.

¹⁾ Das Mittel muss aus den Prozentzahlen und nicht aus den Zahlen für die Individuen genommen werden.



¹⁾ Es waren das fast ausschließlich gynomonöcische Pflanzen im letzten, weiblichen Zustand, keine richtigen ♀; vgl. G. A. 21, S. 458.

Es war auch eine Anzahl von Pflanzen, die schon im Vorjahre auf ihr Geschlecht geprüft worden waren, aufgehoben worden und konnte so nochmals genauer untersucht werden. Da zeigten sich hie und da merkliche Unterschiede. Es wurden nämlich wiederholt Individuen, die im ersten Jahre mehr oder weniger gynomonöcisch gefunden worden waren, sogar „stark“ gynomonöcisch, im zweiten mehr zwittrig gefunden, selbst rein zwittrig; und ihre Nachkommenschaft wich dann auch in nichts von der von Pflanzen ab, die schon im ersten Jahre nur zwittrige Blüten gezeigt hatten. Es ist das durch den Einfluss der Ernährung auf die Ausbildung der Zwitterblüte zu erklären. Das Gegenteil — dass sich eine zwittrig gefundene Pflanze später als weiblich herausstellte — kam nicht sicher vor¹⁾; dementsprechend ist die Ernährung auch auf die Androeceumausbildung der echten weiblichen Pflanzen ohne Einfluss (oder es bedarf doch sehr viel einschneidenderer Eingriffe, als sie bei den Zwitterblüten zum Ziele führen).

Tabelle 4 bringt das durch die neuerblühten Pflanzen vervollständigte und durch die heurige Revision teilweise korrigierte Ergebnis der vier schon im Vorjahre veröffentlichten Versuche.

Tabelle 4.

Nummer des Versuchs 1905	Vorfahren		III. Gen. 1905 u. 1906						Gesamtzahl
	I. Gen. 1902	II. Gen. 1903	♀ und schwach ♀♀	♂ ♀	♀	zusammen			
						± ♂	♀	♀ pCt.	
1	♂	♂	96	1	—	97	—	0	97
2	♀	♂	1	1	16	2	16	89	18
3	♀	♂	11	3	1	14	1	7	15
4	♀	♀	1	1	88	2	88	98	90

Die Pflanzen dieser vier Versuche standen 1905 nebeneinander und wurden der freien Bestäubung überlassen. Heuer säte ich die getrennt gernernten Samen von je vier Pflanzen jedes Versuches in Töpfe aus, also 16 Nummern. Durch ein Versehen liessen sich jedoch später zwei Nummern (Versuch 11 und 12) nicht mehr auseinanderhalten. Von den Keimlingen jeder Nummer wurde eine gewisse Zahl zu 7 in grosse Töpfe pikiert und während der Blütezeit einige Male revidiert; diese ist aber zuweilen im ersten Jahr so kurz, dass manche Pflanze doch wieder nur einmal blühend untersucht werden konnte²⁾. Die Saattöpfe wurden auch aufgehoben, und die Pflanzen, die in ihnen zur Blüte kamen, ebenfalls gezählt.

¹⁾ Das Ergebnis von Versuch 13 der Tabelle 5 erklärt sich gewiss in anderer Weise.

²⁾ Das Geschlecht einer Blüte lässt sich hier übrigens meist noch lange nach ihrer Blütezeit ziemlich sicher bestimmen. *Silene inflata* ist also hierin viel günstiger als *Satureia*.

Tabelle 5 gibt das Verhalten dieser vierten Generation wieder. Wenn die Pflanzen, die die Samen geliefert hatten, aufgehoben und heuer nochmals untersucht worden waren, ist dies besonders bemerkt.

Tabelle 5.

Nummer des Versuches	Vorfahren			IV. Generation, 1906						
	I. Gen. 1902	II. Gen. 1903	III. Generation 1905 und 1906	± ♂			± ♂ a, b und c zusammen	♀	pCt.	Gesamtzahl
				a ♂	b ♂ mit einzelnen verkümmerten Antheren	c ♂				
1	♂	♂	1905: Die 1. Blüte ♀, dann ♂.	22	8	—	30	1	3	31
2	♂	♂	1905: Die 1. Blüten mit zum Teil verkümmerten Antheren, dann ♂. 1906: ♂.	17	9	1	27	1	4	28
3	♂	♂	1905: ♂.	31	8	1	40	2	5	42
4	♂	♂	1905 und 1906: ♂.	24	6	—	30	—	0	30
5	♀	♀	1905 und 1906: ♀.	28	1	1	30	11	27	41
6	♀	♀	1905: ♀, später einzelne ♀ Blüten.	27	3	3	33	—	0	33
7	♀	♀	1905: ♀.	9	1	2	12	22	65	37
8	♀	♀	1905: ♀.	4	2	1	7	37	84	44
9	♀	♀	1905 und 1906: ♀.	29	7	—	36	1	3	37
10	♀	♀	1905: 1. Blüten mit teilweise verkümmerten Antheren, später ♂. 1906: ♂.	32	2	—	34	1	3	35
11 u. 12	♀	♀	1905: ♀ und einzelne Blüten ♀.	64	8	—	72	3	4	75
13	♀	♀	1905: ♀ !!	3	1	1	5	25	83	30
14	♀	♀	1905: ♀.	39	3	2	44	2	2	46
15	♀	♀	1905: ♀.	2	—	—	2	36	95	38
16	♀	♀	1905 und 1906: ♀.	4	2	1	7	42	86	49

Die Tabelle bestätigt die früher aufgestellten Vererbungsgesetze. Bei Versuch 13 ist jedoch ein unzweifelhaftes Versehen unterlaufen; das Exemplar der dritten Generation, das 83 pCt. weibliche Nachkommen lieferte, kann keine Zwitterpflanze gewesen sein. Bei der Untersuchung des Vorjahres kann kein Irrtum passiert sein, er hat sich offenbar beim Einsammeln der Samen eingeschlichen. Leider war die Pflanze nicht aufgehoben worden. Ich wollte den Versuch aber dennoch nicht unterdrücken.

Auch hier sind starke Schwankungen in den Prozentzahlen zu erkennen, mit der jede Geschlechtsform, neben der Hauptmenge von ihr gleichenden Individuen, die andere Form hervorbringt. Ein Teil, aber gewiss nicht alles, wird zufälliger Natur sein. Dafür, dass die Geschlechtsausbildung der Vorfahren die Ursache sei, liegen wohl keine Anhaltspunkte vor, wie mir aus der Tabelle 6 hervorzugehen scheint, die genau so eingerichtet ist wie Tabelle 3 für *Satureia*.

Tabelle 6.

I. Gen.	II. Gen.	III. Gen.	IV. Generation				
			Nummer der Versuche	pCt. Zahlen der ♀-Pflanze	Max. .	Mittel	Minim.
± ♂	± ♂	± ♂	1, 2, 3, 4	3, 4, 5, 0	5	3	0
♀	± ♂	± ♂	9, 10, 11, 12	3, 3, 4, 4	4	3,5	3
♀	♀	± ♂	5, 6, 14	27, 0, 2	27	10	0
♀	♀	♀	7, 8, 13, 15, 16	65, 84, 83, 95, 86	95	83	65

Auf den ersten Blick werden die 27 pCt. weiblicher Nachkommen bei einer Pflanze mit der Abstammung ♀♀♂ auffallen (Versuch 5). Eine andere derselben Abkunft (Versuch 6) hat aber 0 pCt. gegeben, und wie stark die individuellen und wohl teilweise erblichen Schwankungen sind, zeigt auch die Nachkommenschaft der ♀ Pflanzen, deren Mütter und Grossmütter ♀ gewesen waren.

Schliesslich habe ich noch die voriges Jahr gegebenen Stammbäume korrigiert und weitergeführt, sie stehen auf S. 504.

Rein männliche Exemplare der *Silene inflata* habe ich noch immer nicht beobachten können. Sterilbleiben der Blüten ist noch kein Beweis für ihren männlichen Charakter: Meine Versuche mit der Andromonoecie verdächtigen Pflanzen ergaben, dass Individuen, die bei Selbstbestäubung nur äusserst schlecht ansetzten, mit fremdem Pollen gut fruchteten.

Silene dichotoma.

Die früheren Angaben über die Geschlechtsverhältnisse dieser Pflanze hat ASCHERSON¹⁾ zusammengestellt. Ich finde nicht nur zwitterige und weibliche Exemplare, sondern, wie WARNSTORF, auch gynomonöcische, aber in sehr verschieden starker Ausbildung; wahrscheinlich gibt es auch andromonöcische.

Von den Pflanzen, die ich 1905 aus gekauftem Samen aufzog, wurden nur 211 — alle bis zu einem gewissen Zeitpunkt aufblühenden — untersucht.

¹⁾ P. ASCHERSON, Verhandl. Brandenb. Bot. Verein, 35. Jahrg., S. 134. Dort auch die Beobachtungen WARNSTORF's, S. 122.

175 (also 83 pCt.) waren rein weiblich und 36 (also 17 pCt.) mehr oder weniger, meist ganz ausgesprochen zwitterig. Sie wurden sich selbst überlassen, und heuer konnte von sechsen die Nachkommenschaft aufgezogen werden. Das Ergebnis ist in Tabelle 7 zusammengefasst; sie zeigt, dass auch dieses Objekt sich den Gesetzen fügt.

Tabelle 7.

Nummer des Versuches	I. Generation, 1905	II. Generation, 1906				
		Gesamtzahl der Pflanzen	♂	♀, Antheren ± verkümmert	♀	♀ pCt.
1	♂(♂)	15	13	1	1	7
2	♂(♂)	268	248	9	11	4
3	„zwitterig, ganz kontabescent, od. ♀“	65	5	4	56	86
4	♀	89	—	—	89	100
5	♀	31	—	—	31	100
6	♀	187	2	1	184	98

Plantago lanceolata.

F. LUDWIG¹⁾ hat bei dieser Pflanze schon drei Formen unterschieden: ausser der typischen Zwitterform mit weisslichen, herzförmigen Antheren und der eigentlichen weiblichen Form noch eine Form, deren grünliche oder schwefelgelbe Antheren zum grossen Teil verkümmerte Pollenkörner enthalten. Noch ausführlicher und genauer sind die Angaben A. SCHULZ's²⁾, auf die ich hiermit verweise. Er hat das Vorkommen der Gynomonöcie festgestellt.

Mein Material wurde aus Samen gezogen, die im Herbst 1904 an einem engbeschränkten Standort, einem Wegrain bei Leipzig, gesammelt worden waren, und bot trotzdem eine ausserordentliche Fülle der verschiedenen Antherenformen, von der normalen bis zu der ganz verkümmerten der weiblichen Blüten und darüber hinaus bis zur petaloiden, die schon LUDWIG sah, dazu die verschiedensten Kombinationen bei demselben Stock und in derselben Ähre.

Diese Pflanzen der ersten Generation wurden 1905 nebeneinander kultiviert und heuer die Samen von zehn Individuen ausgesät, die Keimlinge, meist zu zehn, in genügend grosse Töpfe pikiert, und die einzelnen zur Blüte kommenden Pflanzen wiederholt untersucht. Tabelle 8 gibt das Resultat. Es sind fünf Typen unterschieden: ausser (1.) Pflanzen, bei denen ich nur

¹⁾ F. LUDWIG, Über die Blütenformen von *Plantago lanceolata* und die Erscheinung der Gynodioecie. Zeitschr. für die ges. Naturw., III. Folge, Bd. IV, S. 441 (1879). Dort auch die ältere Literatur.

²⁾ A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen, Bibl. Botan., Heft 10, S. 90 (1888).

Tabelle 8.

Nummer des Versuches	I. Generation 1905 (Stammpflanzen) Alle Pflanzen, mit einer Ausnahme (Versuch 5), wurden 1906 nochmals untersucht	II. Generation 1906								Gesamtzahl	
		♂	♂ teilweise verk.	♂ ganz verk.	♂ und ♀	♀	zusammen				
							♂	♂ und ♀	♀		p♂
1. T.	2. T.	3. T.	4. T.	5. T.	♂	♂ und ♀	♀	p♂			
1	♂, zum Schluss einzelne eben taube Antheren	23	5	—	—	—	28	—	—	0	28
2	♂	37	—	—	—	—	37	—	—	0	37
3	♂, ganz einzeln untaugliche Antheren	36	4	—	—	—	40	—	—	0	40
4	♂	39	2	—	—	—	41	—	—	0	41
5	♂	29	1	—	—	1	30	—	1	3	31
6	♂ (unten) und ♀ (oben) in derselben Ähre, später ♀ verkümmert	17	4	—	13	16	21	13	16	32	50
7	♂	19	5	1	14	15	25	14	15	28	54
8	♀, Rudimente der Antheren etwas stärker als gewöhnlich	1	—	—	—	26	1	—	26	96	27
9	♂	1	5	—	—	37	6	—	37	86	47
10	♂	1	—	1	—	5	2	—	5	71	7

echte Zwitterblüten sah, und (5.) echt weiblichen oder gefüllt blühenden solche (2), bei denen echte Zwitterblüten und Blüten mit mehr oder weniger verkümmerten Antheren in derselben Ähre vorkamen (auch beiderlei Antheren in derselben Blüte), solche (3.), die nur Blüten mit mehr oder weniger verkümmerten (aber nicht wirklich rudimentären) Antheren besaßen, und endlich solche (4.), bei denen zwitterige (oder eventuell mehr oder weniger verkümmert zwitterige) Blüten und echt weibliche vorhanden waren.

Es ist ganz deutlich, dass sich die 10 Pflanzen von 1905 nach ihrer Nachkommenschaft in drei Klassen bringen lassen, wie sie nach ihrem Geschlechte auch in drei gebracht werden können: eine zwitterige (Versuch 1 bis 5), die sich selbst sehr genau reproduziert, eine weibliche (Versuch 8 bis 10), die das wenigstens annähernd tut, und eine vermittelnde, gynomonöcische bzw. verkümmertzwitterige (Versuch 6 und 7), die nicht nur sich selbst, sondern auch, und zwar in grösseren Mengen, die beiden Extreme, die weibliche und die echte zwitterige Form, hervorbringt. Dieser Typus ist uns noch nirgends so ausgeprägt entgegengetreten.

Dass auch *Scabiosa (Columbaria sens. latiss.)* sich dem Gesetze zu fügen scheint, habe ich schon früher (G. A. 21, 462) angegeben. Meine diesjährigen Erfahrungen bestätigen das; die verschiedenartigen Übergangsformen zwischen

zwitterigen und weiblichen Stöcken fordern noch weitere Untersuchung. Auch die Versuche mit *Knautia arvensis*, über die inzwischen RAUNKIAER Beobachtungen veröffentlicht hat, müssen erst noch fortgesetzt werden, ehe ich darüber berichten kann. Nur eines sei schon bemerkt. Ich konnte ausser der gewöhnlichen weiblichen Form mit rudimentären Antheren auch jene schon lange bekannte, gefüllte Form verwenden, die statt der Antherenrudimente Blumenblätter zeigt. Ihre Nachkommen waren genau ebenso gefüllt.

Es haben einstweilen erst 5 davon geblüht; soviel ist aber doch schon sicher, dass die bekannten, oft zitierten Angaben DE BARY'S und MOLLIARD'S, nach der *Peronospora violacea* die Ursache der Füllung sein soll, zum mindesten nicht allgemein richtig sein können¹⁾, wahrscheinlich ganz irrig sind. — *Knautia silvatica* verhält sich ähnlich wie *K. arvensis*; einen Bastard zwischen diesen zwei Arten herzustellen wollte mir nicht gelingen, was mit Rücksicht auf jene Angaben, die eine Überführung der einen Art in die andere durch Kultur behaupten, von Interesse ist.

1. Die Versuche dieses Jahres (mit *Satureia hortensis*, *Silene inflata*, *S. dichotoma* und *Plantago lanceolata*) haben also die beiden früher (G. A. 21, 462) aufgestellten Gesetze, dass a) jede Geschlechtsform Keimzellen mit der ihr eigenen Geschlechtstendenz²⁾ hervorbringt, und dass b) die Tendenz der phylogenetisch jüngeren, eingeschlechtlich gewordenen Form über die Tendenz der phylogenetisch älteren, zwitterig gebliebenen Form dominiert, für die beiden Hauptformen, den Anfang und das Ende der Differenzierungsreihe, im wesentlichen bestätigt. Beide Gesetze zusammen bewirken, dass bei einer gynodiöcischen Art die Nachkommenschaft der zwitterigen Pflanzen nahezu ganz aus Zwittern und die Nachkommenschaft der weiblichen nahezu ganz aus Weibchen besteht.

Daneben wird meist eine grössere oder geringere, oft eine sehr geringe Prozentzahl der anderen Geschlechtsform hervorgebracht³⁾. Ob das darauf

¹⁾ Eine exakte Kenntnis des Einflusses, den der Pilz ausübt, werden wir natürlich erst dann erhalten, wenn mit ihm Infektionsversuche an den verschiedenen Formen der *Knautia* angestellt sein werden.

²⁾ Um nicht falsch verstanden zu werden, wiederhole ich hier, dass ich z. B. bei einer gynodiöcischen Sippe in den Keimzellen aller weiblichen Stöcke nicht nur die Anlagen für die weibliche Blüte, sondern auch jene für die Zwitterblüte annehme — und in den Keimzellen aller zwitterigen Stöcke genau dieselben —, aber eine verschiedene Aktivität dieser Anlagen, so daß von vornherein die Keimzellen der einen Geschlechtsform die einen, die der anderen die anderen Anlagen in einem entfaltungsfähigeren Zustande besitzen. Das soll durch das Wort „Tendenz“ ausgedrückt werden.

³⁾ Darin haben die Geschlechtsformen der Gynodiöcisten mit jenen inkonstanten Sippen, für die DE VRIES den Ausdruck „Zwischenrassen“ geschaffen hat, grosse Ähnlichkeit. Sie ist meiner Meinung nach nur eine rein äusserliche, und ich habe in meiner ersten Mitteilung diese später von BURCK verwandte Bezeichnung absichtlich nicht gebraucht.

beruht, dass nicht ausschliesslich Keimzellen mit derselben Tendenz gebildet werden, oder darauf, dass die Dominanz nicht vollkommen ist, ob also das erste oder das zweite Gesetz nicht ganz streng gilt, bleibe einstweilen dahingestellt.

Eine wirkliche Ausnahme scheinen bei *Plantago lanceolata* die Zwischenstufen zwischen zwitterigen und weiblichen Pflanzen zu bilden, die sich selbst, daneben aber auch die Endstufen, und zwar in grösserer Zahl, hervorbringen. Diese Annahme ist wohl nur scheinbar und wird noch ihre Erklärung finden.

2. Wenn die Schwankungen in der Prozentzahl, in der bei der Nachkommenschaft neben der Geschlechtsform des Mutterindividuum die andere Form auftritt, nicht rein zufälliger Natur sind — und das sind sie kaum —, so können offenbar als Ursache erbliche Differenzen einzelner „Linien“ in Frage kommen, aber nicht die Geschlechtsform der Grossmutter und Urgrossmutter.¹⁾ Dass eine zwitterige *Satureia*-Pflanze neben der Hauptmasse \pm zwitteriger Nachkommen 0 pCt. oder 7 pCt. weibliche hervorbringt, hängt also nicht davon ab, dass ihre Mutter und Grossmutter auch schon \pm Zwitterpflanzen waren, oder dass sie ganz neu unter weiblichen Geschwistern aufgetaucht ist und eine weibliche Mutter und Grossmutter hatte; sie kann diese Eigenschaft aber von ihren Vorfahren — nicht blos den die Eizellen liefernden — überkommen haben — als „Linien“charakter²⁾ —, und in dieser Richtung wird dann die Zuchtwahl eingreifen können.

Ein Teil der Schwankungen in der Zusammensetzung der Nachkommenschaft ist aber gewiss eine Folge davon, dass in den bisher besprochenen Versuchen die Bestäubung meist dem Zufall überlassen geblieben war. Bei *Satureia*, wo neben den rein weiblichen Stöcken nur noch gynomonöcische in nicht sehr auffälligen Abstufungen vorkommen, wird die Herkunft des Pollens von geringem Einfluss sein. Anders dagegen in den Fällen, wo neben weiblichen und gynomonöcischen Individuen noch rein zwitterige vorkommen, oder wo gar, wie bei *Silene inflata*, die Entwicklung von der Zwitterform aus zwei Richtungen eingeschlagen hat, den, der zur männlichen, und den, der zur weiblichen Pflanze führt. Einschlägige Versuche sind im Gange, aus ihnen sei hier nur erwähnt, dass in der Tat eine weibliche Pflanze der *Silene inflata* mit dem Pollen zweier andromonöcischer Pflanzen bestäubt eine Nachkommenschaft gab, wie sie die sich selbst überlassen oder mit dem

¹⁾ Dass die Tatsachen nicht mit der MENDEL'schen Spaltungsregel in Einklang zu bringen sind, habe ich schon in der ersten Mitteilung (G. A. 17, 405), gezeigt.

²⁾ Die Existenz derartiger „Linien“ geht auch aus einer interessanten Arbeit R. C. PUNNET's hervor: Sex-determination in Hydatina (Proceed. Roy. Soc. B., Vol. 78, 1906, p. 223), die mir erst nach Einlieferung meiner Mitteilung zukam; dass bei dem Rädertier die Fortpflanzung in diesen Linien parthenogenetisch war, kommt meines Erachtens erst in zweiter Linie in Betracht.

Pollen zwittriger oder gynomonöcischer Pflanzen bestäubten Weibchen nie gaben, nämlich zwittrig: 14 + 9, zwittrig mit teilweise fehlgeschlagenen Antheren: 5 + 2, (stark) gynomonöcisch: 2 + 2, rein weiblich: 9 + 10, also 34 ± zwittrige und nur 19 rein weibliche Stöcke (= 35 pCt.).

Die eingeschlechtlich gewordene Form dominiert eben nur über die Zwitterform, die ihr Ursprung gab. Sind Zwischenstufen vorhanden, so ist deren Dominieren über die Ausgangsform und das Dominieren der Endstufe über sie zu erwarten — ein vielleicht unvollkommeneres Dominieren. Ist die Entwicklung in zwei Richtungen, auf eine männliche und eine weibliche Endstufe hin von der gemeinsamen Zwitterform aus erfolgt, so gilt das Dominanzgesetz nur innerhalb jeder Reihe, nicht zwischen Gliedern der zwei Reihen untereinander; ihr gegenseitiges Stärkeverhältnis wird ein bestimmtes, aber von vornherein unbekanntes sein. Auf je ähnlicherer Stufe in ihren Reihen dann die zu verbindenden Geschlechtsformen stehen, um so ähnlicher in ihrer Stärke dürften auch die entgegengesetzten Tendenzen in den sich verbindenden Keimzellen sein und um so häufiger dürfte sowohl die eine als die andere Tendenz das zur Entfaltung notwendige Übergewicht in der Zygote erhalten. Durch immer noch vorhandene Unterschiede in der Stärke würde dann z. B. das verschiedene, aber für jede Sippe charakteristische durchschnittliche Zahlenverhältnis zwischen den beiden Geschlechtern bedingt sein, das wir bei den Diöcisten, den allein erhalten gebliebenen Endgliedern solcher doppelter Entwicklungsreihen, finden.

3. Infolge der deutlichen Wirksamkeit äusserer und innerer Ernährungseinflüsse auf den Grad der Vollkommenheit, in der sich die Sexualorgane der Zwitterblüte ausbilden, kann die Genauigkeit in der Untersuchung der das Saatgut liefernden Pflanzen und der Nachkommenschaft kaum zu weit getrieben werden, ebenso die Sorgfalt, dieser Nachkommenschaft von der Keimung an gleichmässig gute Entwicklungsbedingungen zu schaffen. Ein Hinweis darauf, was sich in dieser Richtung erreichen lässt, bietet ein Teil der heurigen *Satureia*-Versuche, besonders Nummer 5 und 6, wo unter mehr als 2000 Nachkommen von 34 weiblichen Pflanzen nicht eine zwittrige gefunden wurde.

Die Versuche werden fortgesetzt.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

26. Zur Kenntnis der Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihrer Beeinflussbarkeit.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XLIV, Heft 1, S. 124—173. 1907.

Seit mehreren Jahren bin ich mit Versuchen über die Vererbung der Geschlechtsformen höherer Pflanzen beschäftigt, über die ich schon einige Male (1904, 05, b, 06, G. A. 17, 21, 25)¹⁾ berichtet habe. Sie führten, wie ich hier nur kurz angeben will, zur Aufstellung zweier Gesetze: daß a) jede Geschlechtsform Keimzellen mit der ihr eigenen Geschlechtstendenz hervorbringt, und daß b) die Tendenz der (phylogenetisch jüngeren) eingeschlechtig gewordenen Form über die Tendenz der (phylogenetisch älteren) zwittrig gebliebenen Form dominiert. Dieses zweite Gesetz ist nur ein Spezialfall des schon früher von mir formulierten Gesetzes (05, a, S. 482, G. A. 20, 450), daß das Merkmal der phylogenetisch höherstehenden Sippe über das korrespondierende der tieferstehenden dominiert. Beide Gesetze zusammen bewirken z. B., daß bei einer gynodioecischen Art die Nachkommenschaft der zwittrigen Pflanzen nahezu ganz aus Zwittern und die Nachkommenschaft der weiblichen nahezu ganz aus weiblichen Individuen besteht. Vorher wußte man nur, was DARWIN (77, S. 301) durch einen Versuch mit *Thymus* gezeigt hatte, „daß die Art der äußeren Einflüsse die Form nicht unabhängig von der Vererbung bestimme“.

Bei diesen Versuchen ergaben sich von selbst eine Anzahl Tatsachen, die mit dem Vererbungsproblem in engerem oder lockerem Zusammenhang stehen, und von denen ich hier einige mitteilen will. Die meisten beziehen sich auf das einstweilen am eingehendsten studierte Objekt, *Satureia hortensis*, doch sind auch andere Versuchspflanzen herbeigezogen. — Ich habe mir Mühe gegeben, die vorhandene Literatur gut zu benutzen; doch kann mir bei ihrer Zerstreung manches entgangen sein. — Die Behandlung des Hauptproblems vorliegender Arbeit, des Verhaltens der gynomonoecischen Individuen unter gewöhnlichen und veränderten Bedingungen, habe ich schon in meiner ersten Mitteilung (04, S. 514, G. A. 17, 404) in Aussicht gestellt.

¹⁾ Vgl. auch die Mitteilung RAUNKIAERS (06), dessen Ergebnisse sich bei mir (06, S. 459, G. A. 25, 498) mit meinen vergleichen finden.

Satureia hortensis ist früher (DARWIN, 77, S. 303, A. SCHULZ, 90, S. 196) schlechtweg als gynodioecisch angesehen worden; es sollten also bei ihr außer weiblichen Pflanzen noch zwittrige vorkommen. WILLIS (92, a, S. 350) hat dann gefunden, daß es auch hier zwittrige Pflanzen mit einzelnen weiblichen Blüten gibt, also gynomonoeische, nachdem schon BREITENBACH (84, S. 207) dasselbe für *Satureia montana* angegeben hatte¹).

Meine Untersuchungen, bei deren Beginn mir nur DARWIN's Angaben bekannt waren, haben mich nach und nach davon überzeugt, daß es bei unserer Art — oder wenigstens bei deren mir vorliegenden Sippen — überhaupt keine auch nur annähernd rein zwittrigen Individuen gibt, sondern nur solche, die im Lauf ihrer Entwicklung zwittrige und zahlreiche weibliche Blüten tragen, also gynomonoeisch sind, und solche, die ganz ausschließlich weiblich sind (05, b, S. 458, G. A. 21, 459)²).

Es ging das zuerst aus einem Versuch von 1905 hervor, bei dem ich 39 „zwittrige“ und 36 weibliche Pflanzen von Anfang bis gegen Ende der Blütezeit in kurzen Intervallen, Stock für Stock, immer wieder untersuchte, und wird durch die Beobachtungen, die ich heuer an 390 „zwittrigen“ und 104 weiblichen Pflanzen in gleicher Weise angestellt habe, nur bestätigt. — Die gynomonoeischen Individuen bilden wahrscheinlich eine ziemlich einheitliche Klasse, trotz des Vorhandenseins verschiedener „Linien“. Bei völlig gleichen äußeren Bedingungen würde am Ende der Blütezeit die Verhältniszahl der überhaupt gebildeten zwittrigen und weiblichen Blüten bei allen Pflanzen nicht zu verschieden ausfallen. Jedenfalls sind sie von den weiblichen Individuen durch eine weite, durch keine wirklichen Übergänge überbrückte Kluft getrennt, und es scheinen auch keine gynomonoeischen Stöcke vorzukommen, die sich der rein zwittrigen Urform nähern würden. Ich komme auf diese Frage nochmals zurück (S. 529)³).

Die scharfe Grenze zwischen den eingeschlechtigen und den mehr oder weniger zwittrigen Stöcken, die wir bei *Satureia* gefunden haben, wird nicht bei allen polygamen Pflanzen zu finden sein⁴). So verhält sich z. B. *Origanum*

¹) BREITENBACH's Beobachtungen beziehen sich nicht auf *S. hortensis*, wie KNUTH's Handbuch, (Bd. II, Teil II, S. 240) angibt.

²) Eine knappe Bezeichnung solcher Pflanzen existiert noch nicht, man könnte sie „gynomonodioecische“ nennen.

³) Ich halte es nur für wenig wahrscheinlich, aber nicht für unmöglich, daß es gynomonoeische Linien der *S. hortensis* gibt, die sich mehr der zwittrigen Urform oder der weiblichen Form nähern.

⁴) Bei *Thymus vulgaris* stehen sich nach RAUNKIAER (06, S. 36) völlig zwittrige und dreierlei weibliche Stöcke gegenüber, die sich im Grade der Rückbildung der — stets sterilen — Antheren unterscheiden.

vulgare nach den Beobachtungen WILLIS' (92, b) vor allem insofern anders, als es keine ganz rein weiblichen Stöcke zu besitzen scheint. Ähnlich scheint es unter den Androdioecisten bei *Geum intermedium* zu sein. Die Zählungen, die ich an 18 Pflanzen vorgenommen habe und als Tabelle L im Anhang (S. 553) wiedergebe, zeigen nur zwischen 52% und 22% männlicher Blüten eine größere Lücke. Trotzdem weisen auch hier die Prozentzahlen sehr deutlich auf die Existenz von zwei Typen, einem mehr zwittrigen und einem mehr männlichen, hin¹⁾. Und wenn ich auch während zwei Jahren einzelne Individuen nur männliche Blüten tragen sah, so ist es nicht ausgeschlossen, daß in Zukunft doch noch einzelne mehr oder weniger zwittrige Blüten an ihnen gefunden werden.

Die Nachkommenschaft der verschiedenen Geschlechtsformen erbringt den Beweis, daß es sich bei ihnen um erblich fixierte Unterschiede handelt, daß sie, um mit BURCK (05) die bequeme moderne Bezeichnung zu gebrauchen, durch „Mutation“ entstanden sind. Damit ist noch nichts darüber gesagt, ob ein Endstadium, wie es z. B. bei *Satureia hortensis* die weibliche Pflanze ist, aus der zwittrigen Urform mit einem großen Sprung oder mit mehreren, entsprechend kleinen entstanden ist. Diese Frage, die sich kaum so leicht beantworten lassen wird, halte ich für weniger wichtig, denn ich finde das Wesen der „Mutation“ mit NÄGELI nicht in der Weite des Schrittes, sondern in seiner Erbllichkeit. Eine Abänderung muß, wie ich früher ausgeführt habe, sprunghaft sein, wenn sie erblich sein soll; ein wirklich „gleitendes“ Entstehen neuer Sippen oder Linien kann es meiner Meinung nach gar nicht geben.

Mit dem Nachweis, daß die Geschlechtsformen „Mutanten“ sind, werden selbstverständlich alle die verschiedenen „biologischen“ Theorien über ihre Entstehung, die seit H. MÜLLER aufgestellt wurden, noch nicht oder nur teilweise widerlegt. Es ist ja nur die Frage, wie sie entstanden sind, beantwortet, nicht, warum sie sich, einmal entstanden, vorteilhaft erweisen oder sich wenigstens neben der Stammform halten konnten. Auf diese Theorien einzugehen ist hier nicht meine Absicht, obschon auf manche einschlägige Frage das Experiment bereits Antwort gegeben hat. Weitere Versuche müssen auch der Behandlung der sehr komplizierten Frage vorausgehen, wie das Zahlenverhältnis der verschiedenen Geschlechtsformen auf einem gegebenen Standort zustande kommt und die Unterschiede, die hierin bei derselben Art zwischen verschiedenen

¹⁾ Sie umfassen übrigens nicht sämtliche Blüten der verschiedenen Stöcke, besonders nicht alle der mehr zwittrigen; es wurde aber keinerlei bewußte Auswahl getroffen.

Gegenden bestehen können¹⁾, wieviel z. B. auf Differenzen in der Erbllichkeit der Formen zurückzuführen ist, wieviel auf Vorteile im Kampf ums Dasein, wieviel auf ungleiche Befruchtungschancen, wieviel auf Eigentümlichkeiten des Standortes, wieviel auf den Zufall bei der Besiedelung des Standortes usw.

Bei der Entstehung einer neuen Geschlechtsform handelt es sich um einen phylogenetischen Fortschritt, eine progressive Mutation (05, a, S. 460, Anm. 5, G. A. 20, 432, Anm. 4) nach DE VRIES' Terminologie. Für die Mutante mit BURCK (05, 06) die Bezeichnung „Zwischenrasse“ zu gebrauchen, soweit sie nicht völlig konstant ist, scheint mir schon deshalb unannehmbar, weil das zu der Konsequenz führen würde, aus den männlichen und den weiblichen Pflanzen eines Dioecisten, wie *Bryonia dioica* einer ist, zwei verschiedene Elementararten zu machen (vergl. auch S. 547).

I. Die Periodizität in der Blütenbildung überhaupt.

An den 390 gynomonoecischen Pflanzen der *Satureia hortensis* wurden heuer bei zehn Revisionen nach und nach 20 406 Blüten untersucht und an den 109 rein weiblichen Pflanzen 7327 Blüten, zusammen also 27 733²⁾. Vom 29. Juni ab, wo die erste Blüte bemerkt wurde, untersuchte und notierte ich bis zum 9. Juli nur täglich die Blüten der neu erblühenden Stöcke; am 10. wurden zum erstenmal sämtliche Pflanzen untersucht, und diese Untersuchung wiederholte ich allwöchentlich am gleichen Tage. Wenn nötig, wurde auch der folgende Tag zu Hilfe genommen; nachmittags fielen im Sommer die Blüten schon gerne ab, es wurde deshalb nur vormittags revidiert. Die letzte, zehnte Untersuchung mußte am 4. September vorgenommen werden. —

¹⁾ Bei *Satureia hortensis* fand z. B. A. SCHULZ (90, S. 303) bei Halle 15 bis 20% weibliche Pflanzen, ich in Leipzig (04, S. 508, G. A. 17, 399) gerade umgekehrt 80%.

Einige größere Zählungen bei Gynodioecisten hat in letzter Zeit RAUNKIAER (05. S. LXXXVIII, 06, S. 35) ausgeführt, die, weil an wohl nicht allgemein zugänglicher Stelle veröffentlicht, hier kurz wiedergegeben sein mögen.

	Zahl der Stöcke	zwittrig in %	weiblich in %	gynomonoecisch in %	gefüllt in %
<i>Silene Otites</i>	1000	83,5	16,5	—	—
<i>Silene inflata</i>	300	60	40	—	—
<i>Thymus Serpyllum</i>	200	59	41	—	—
<i>Knautia arvensis</i> { a)	1292	85,3	11	3,7	—
{ b)	200	64	34	—	—
<i>Succisa pratensis</i>	167	85,6	9,6	2,4	2,4

Bei solchen Zählungen ist es kaum möglich, auf die Änderung des Geschlechts während der Blütezeit Rücksicht zu nehmen. Von *Silene Otites* kenne ich übrigens, wie SCHULZ, (aus Mitteleuropa) nur männliche oder weibliche, keine zwittrigen Pflanzen.

²⁾ Die Ergebnisse des Jahres 1905 sind nicht mitverwendet worden, weil die Revisionen nicht in ganz regelmäßigen Abständen ausgeführt worden waren.

Die Pflanzen gehörten zu 122 Versuchen (06, S. 462, Tabelle 1, Versuch 1, 3, 4, 5, G. A. 25, 502; S. 463, Tabelle 2, Versuch 7—14, G. A. 25, 502) und waren aus den Saattöpfen zu 4 oder 12 in große Töpfe pikiert worden.

Stellt man für die beiderlei Stöcke die Zahlen, die bei den einzelnen Revisionen gefunden wurden — ohne Rücksicht auf das Geschlecht der Blüten bei den gynomonoeischen Pflanzen — zusammen, wie es in der im Anhang mitgeteilten Tabelle A geschehen ist (S. 548), und entwirft die zugehörigen Kurven, wie sie Fig. 1 zeigt, so lehrt der erste Blick, daß die Blütenbildung während der Blütezeit nicht einfach erst zu- und dann abnimmt, sondern daß, von einigen kleineren Abweichungen abgesehen, zwei Gipfel vorhanden sind, einer in der Mitte (31. Juli) und einer am Ende (4. September) der Beobachtungszeit. Leider konnte der weitere Verlauf nicht festgestellt werden; es bleibt also dahingestellt, ob sich vom 4. September ab die Kurve im großen und ganzen gleichmäßig oder mit einem oder einigen weiteren Gipfeln senkte.

Die gynomonoeischen Pflanzen (ausgezogene Kurve a) und die weiblichen Pflanzen (punktirierte Kurve b) verhalten sich im wesentlichen sehr ähnlich.

Daß bei jenen der zweite, bei diesen der erste Gipfel höher ist, ist vielleicht zufällig. Wenigstens war auch bei einigen der Einzelversuche, die meist etwa 36 Individuen umfaßten und zu denen die gynomonoeischen Pflanzen gehörten, der erste Gipfel höher, wie bei den weiblichen; auch ist für diese letzteren die Zahl der Beobachtungen (7327) wohl noch etwas klein.

Wir haben hier also einen Fall von periodischem Blühen vor uns, wie es ja, in viel auffallenderer Weise freilich, zB. von BUCHENAU für *Juncus*, von FR. MÜLLER für *Marica (Cypella)* nachgewiesen wurde und durch äußere und innere Ursachen bedingt ist. Es läßt sich unter anderem auch bei *Mirabilis Jalapa* beobachten, wo es mir bei meinen Bastardierungsversuchen auffiel; hier sind auch die Ursachen wohl ziemlich durchsichtig. Die Blüten stehen in Dichasien. Würde die Entwicklung jedes Dichasiums ganz regelmäßig sein, und würde jede Blüte von ihrer ersten Anlage bis zum Tage ihrer ephe-

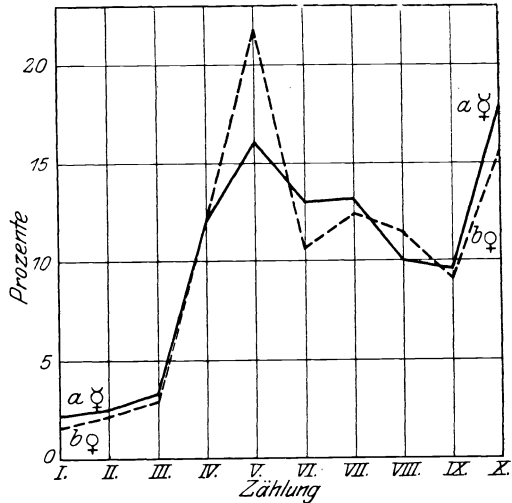


Fig. 1. *Satureia hortensis*, Blütenzahlen zwischen dem 29. Juni und 4. September bei den gynomonoeischen (ausgezogene Kurve) und den weiblichen (unterbrochene Kurve) Stöcken, in Prozenten der Gesamtzahl.

meren Entfaltung gleich lang brauchen, so würden Blütentage mit blütenlosen Perioden ganz regelmäßig wechseln. Schon dadurch, daß der Sproß des β -Vorblattes gefördert ist, müssen sich aber Verschiebungen ergeben; dazu kommen andere, durch innere, korrelative, und äußere Einflüsse bedingte Abweichungen in der Entwicklung der Achsen und der Einzelblüten. So wird die Periodizität viel weniger deutlich, aber nicht ganz verwischt. Daß die äußeren Einflüsse zwar ein Faktor, aber nicht der alleinige sind, zeigt ein Vergleich der Kurven für die einzelnen Stöcke während desselben Zeitabschnittes. — Ähnlich, nur noch komplizierter¹⁾, werden die Verhältnisse bei *Satureia* liegen.

II. Die Übergangsformen zwischen zwittrigen und weiblichen Blüten.

Wie bei anderen gynodioecischen Pflanzen²⁾ sind auch bei *Satureia hortensis* zwischen die typischen Zwitterblüten mit den vollkommen tauglichen vier Staubgefäßen der Labiaten und die typisch weiblichen mit vier Rudimenten verschiedene Übergangsformen eingeschoben. Bei ihnen sind entweder die Staubgefäße nicht völlig rudimentär, sondern nur mehr oder weniger „kontabeszent“, und zwar sämtliche Antheren einer Blüte etwa in gleichem Grade, oder es kommen völlig rudimentäre und vollkommen ausgebildete Staubgefäße in derselben Blüte zusammen vor, oder es sind endlich rudimentäre und kontabeszente, kontabeszente und normale oder gar alle drei zugleich vorhanden, wobei sich die eine Theka einer Anthere anders verhalten kann als die andere.

Der Ausdruck „kontabeszent“ rührt von C. F. GAERTNER (44, S. 116 usw.) her, ist bei mir aber etwas enger gefaßt. Er bezeichnet auch jetzt eine „Degeneration“ der Antheren, die sehr verschiedene Grade erreichen kann, aber, wenigstens bei *Satureia*, von der wirklich rudimentären Ausbildung in den echten weiblichen Blüten, die GÄRTNER einbegriff, scharf geschieden ist, oder doch viel schärfer als von der normalen Ausbildung der Staubgefäße. Solche Antheren enthalten mehr oder minder fertige Pollenkörner, während es bei den Rudimenten der weiblichen Blüten, wenigstens in den von mir untersuchten Fällen, wohl noch zur Ausbildung der Pollenmutterzellen kommt, dann aber die Entwicklung stockt und endlich die Theka einsinkt. Gewöhnlich unterscheiden die kontabeszenten Antheren sich schon durch ihre Größe von den rudimentären; in zweifelhaften Fällen habe ich früher (05, S. 455, G. A. 21, 456) das Mikroskop angewandt und nach den Pollenkörnern gesucht. Dies war heuer bei der Zahl der zu untersuchenden Blüten nicht möglich; ich beschränkte mich, nach den früheren Erfahrungen, auf den Vergleich mit den Rudimenten in den Blüten echter weiblicher Stöcke. Irrtümer in der Bestimmung mögen also hie und

¹⁾ Schon durch die zwei serial in jeder Blattachsel stehenden Sprosse!

²⁾ H. MÜLLER, 73, S. 325 (*Clinopodium vulgare*), 81, S. 532 (*Dianthus*), LUDWIG, 79, S. 444 (*Plantago lanceolata*), MAGNUS, 81, S. 137 (*Succisa pratensis*), MÖWES, 83, S. 203 (*Glechoma*, *Thymus*, *Mentha*) SCHULZ, 85, 88, 90 (zahlreiche Arten), BREITENBACH, 84 und WILLIS, 92 (verschiedene Labiaten usw.).

da unterlaufen sein; im großen und ganzen werden sich aber der kontabeszente (geschrumpfte) und der rudimentäre Zustand auseinander halten lassen, trotz mancher zweifelhaften Fälle; auch das Ergebnis eines später zu beschreibenden Versuches, bei dem alle sich öffnenden Blüten entfernt wurden, spricht dafür (S. 537).

„Kontabeszente“ Staubgefäße habe ich bei *Satureia* in allen genauer untersuchten Fällen mit Sicherheit nur auf gynomoneocischen Pflanzen, also neben typischen Staubgefäßen, nie auf echten weiblichen gesehen.

Kontabeszente und rudimentäre Staubgefäße sind nur graduell, nicht prinzipiell verschieden; beide sind Entwicklungshemmungen der normalen Staubgefäße, nur setzt die Hemmung bei diesen früher ein, als bei jenen (05, S. 455, G. A. 21, 456)¹⁾, und ist wohl auch anderer Art.

Außer den kontabeszenten und rudimentären wurden wiederholt auch Staubgefäße gefunden, die noch stärker als in den typischen weiblichen Blüten, bis auf fädige Rudimente ohne Anthere, reduziert oder petaloid ausgebildet waren; hier und da fehlte ein Staubgefäß ohne Spur. Gelegentlich wurde auch das fünfte Staubgefäß in rudimentärem Zustand gefunden.

Es liegt die Frage nahe, ob sich bei ungleichmäßiger Ausbildung der Staubgefäße in derselben Blüte alle vier gleich verhalten, oder ob bestimmte häufiger von der Rückbildung betroffen werden. Schon MOEWES (82, S. 205, Anm.) gibt, gestützt auf ein für heutige Begriffe viel zu spärliches Material von *Thymus Serpyllum*, an „daß, wenn sich in einer Blüte zwei fehlgeschlagene Staubgefäße finden, sie fast immer gleichnamig sind“. Nur einmal fand er eine Blüte, „wo ein längeres und ein kürzeres Staubblatt gänzlich fehlten, während die beiden anderen sich normal ausgebildet zeigten“. WILLIS hat (92, b, S. 20) diese Angabe im ganzen für richtig erklärt, seine eigenen Zahlen stimmen aber nicht recht dazu. „Out of 265 abnormal flowers, 179 had the abortion symmetrical. Of these, 142 were female, 26 had the two anterior (long) stamens missing, and 11 the two posterior (short).“ Man darf aber doch die 142 weiblichen Blüten, in denen alle vier Staubgefäße abortierten, nicht einrechnen; bei ihnen kann ja die Rückbildung nicht anders als „symmetrisch“ sein. So bleiben bei WILLIS nur 37 Fälle symmetrischer Rückbildung gegenüber 86 Fällen unsymmetrischer übrig.

Für *Satureia hortensis* haben meine Beobachtungen ergeben, daß jedes der vier Staubgefäße, für sich genommen, die gleichen Chancen hat, zu verkümmern. Das Material besteht aus 474 Blüten mit teilweise rückgebildetem Androeceum, ohne Wahl aus einer noch größeren Zahl derartiger Fälle herausgegriffen, und stammt teils von den schon erwähnten, zehnmal revidierten 390 Pflanzen (Material I), teils von den Samentöpfen, die den nicht für jene

¹⁾ Hier und da sieht es so aus, als ob der Besuch von *Thrips* Ursache des Kontabeszentwerdens sein könnte; ich habe aber gefunden, daß sich die kontabeszente werden den Antheren schon vor der Öffnung der intakten Blüte von den normalen unterscheiden.

Versuche benutzten Rest der Aussaat enthielten (Material II), teils von einem später zu besprechenden Versuch (S. 534), bei dem vom 22. Juli bis 11. September 8 Pflanzen täglich revidiert wurden (Material III).

Tabelle I gibt zunächst an, wie sich das Gesamtmaterial auf die drei Hauptklassen: A mit einem, B mit zwei, C mit drei fehlgeschlagenen Staubgefäßen, verteilt. Dabei sind unter „fehlgeschlagen“ hier wie im folgenden kontabesente, rudimentäre, petaloid ausgebildete und fehlende Staubgefäße zusammengefaßt.

Tabelle I.

	A	B	C	A, B, C zusammen
	Zahl der Blüten mit 1 2 3 fehlgeschlagenen Staubgefäßen.			
Material I	45	91	92	228
„ II.	30	11	11	52
„ III.	72	71	51	194
Material I bis III	147	173	154	474
WILLIS (92, a, S. 350) für <i>Origanum vulgare</i>	18	46	31	95

Die drei Klassen sind ungleich groß, wenn auch unter sich ähnlicher als jene von WILLIS, die ich zum Vergleich daruntergesetzt habe, und die übrigens gleichsinnige Unterschiede zeigen ($B > C > A$). Daß bei Material II die erste Klasse am größten ist, hängt wohl damit zusammen, daß es ausschließlich aus den ersten Blüten der betreffenden Pflanzen besteht, während Material I und III sich fast über die ganze Blütezeit verteilen.

Wir fassen zunächst die drei Blütenklassen zusammen und geben in einer Diagrammform, die sich wohl von selbst erklärt, an, wie oft jedes der vier Staubgefäße rückgebildet war (oder ganz fehlte).

Material I.

	hinten		
	125	123	
links	123	132	rechts
	vorn		

Die beiden vorderen Staubgefäße waren demnach 255 mal, die beiden hinteren 248 mal rückgebildet; der Unterschied ist genau derselbe wie zwischen der linken (248) und der rechten Hälfte (255) der Blüten.

Material II.

	21	24
	21	22

Hier waren die vorderen Staubgefäße 43 mal, die hinteren 45 mal betroffen, die rechte Hälfte der Blüte dagegen 46 mal, die linke 42 mal.

Material III. Versuchspflanzen:

A	C	B	D	zusammen
21 | 21	20 | 23	22 | 26	18 | 13	91 | 83
23 | 23	21 | 26	18 | 19	15 | 16	77 | 84
43 Blüten	48 Blüten	43 Blüten	33 Blüten.	

Kontrollpflanzen:

a	b	c	d	zusammen
2 | 1	1 | 3	4 | 3	5 | 4	12 | 11
0 | 1	2 | 2	3 | 4	5 | 5	10 | 11
4 Blüten	5 Blüten	9 Blüten	9 Blüten.	

Auch hier ist der Unterschied zwischen vorn und hinten in der Blüte nicht viel anders, als der zwischen rechts und links, und überhaupt so gering, daß er zufälliger Natur sein wird.

Das bisher mitgeteilte beweist, daß sämtliche 4 Staubgefäße, jedes für sich, gleich zum Schwinden neigen, es geht aber aus ihm noch nicht hervor, ob alle möglichen Kombinationen gleich gut verwirklicht werden können.

Schlägt in der Blüte nur ein Staubgefäß fehl, so sind vier Fälle möglich, wie sich das untaugliche, u, und die tauglichen, t, anordnen können. Sie müssen wenn sich, wie wir oben fanden, alle Staubgefäße wirklich gleich leicht rückbilden, gleich häufig sein; das ist auch tatsächlich so gut der Fall, als es die Zahlen erwarten lassen können, die ziemlich klein sind, obschon jetzt die dreierlei Materialien zusammengefaßt sind.

Mögliche Fälle:

u | t	t | u	t | t	t | t
t | t	t | t	u | t	t | u
beobachtet: 34 mal	36 mal	32 mal	46 mal.

Der — immerhin vorhandene — Unterschied zwischen vorn und hinten in der Blüte (78 : 70) ist kleiner als der zwischen rechts und links (82 : 66).

Schlagen in der Blüte zwei Staubgefäße fehl, so sind sechs Fälle möglich, und wenn auch, wie wir sahen, jedes der Staubgefäße für sich allein gleich leicht rudimentär wird, ist damit noch nicht gesagt, daß alle diese sechs Kombinationen gleich oft vorkommen müssen.

Mögliche Fälle:

u | u	u | t	t | u	t | t	t | u	u | t
t | t	u | t	t | u	u | u	u | t	t | u
beobachtet: 36 mal	39 mal	46 mal	37 mal	7 mal	8 mal.

Man sieht sofort, daß zwei gleichnamige Staubgefäße (kurz und kurz oder lang und lang) nicht öfter (73 mal) rückgebildet waren, als zwei benachbarte ungleichnamige (kurz und lang, 85 mal), und daß die zwei vorderen,

längeren nicht öfter (36 mal) betroffen wurden, als die zwei hinteren, kürzeren (37 mal). Die beiden diagonalen Stellungen der abortierenden Staubgefäße wurden dagegen auffällig selten beobachtet. Ein Zufall liegt nicht vor, dafür ist der Abstand der beiden Zahlen von den übrigen zu groß, und sie selbst dabei unter sich zu ähnlich, es müssen also diese Kombinationen wirklich schwieriger realisierbar sein. Der Grund ist wohl in dem zu suchen, daß bei ihnen die beiden rudimentär werdenden Organe am weitesten auseinanderstehen.

Wenn endlich drei Staubgefäße in der Blüte fehlschlagen, so sind wieder vier verschiedene Fälle möglich.

Mögliche Fälle:

	t | u		u | t		u | u		u | u
	u | u		u | u		t | u		u | t
beobachtet:	34 mal		40 mal		39 mal		43 mal.

Auch hier ist kein wirklicher Unterschied zwischen den möglichen Fällen nachweisbar; jedenfalls ist der Unterschied zwischen rechts (83) und links (73) kaum kleiner wie der zwischen vorn (82) und hinten (74).

Man wird also sagen können, daß an und für sich jedes Staubgefäß gleich leicht rudimentär wird, daß aber, wenn eines einmal betroffen wird, die beiden direkt angrenzenden größere Chancen haben, auch fehlszuschlagen, als das vierte, diagonal gegenüberliegende Staubgefäß.

Auch bei jenen gynomonoeischen Individuen der *Scabiosa Columbaria*, die Blüten mit teilweise reduziertem Androeceum zeigten, fand ich keines der vier Staubgefäße besonders betroffen; er liegen mir aber einstweilen nur wenig Beobachtungen vor.

Bei den gynomonoeischen Individuen der Silenen, in deren Blüten die Staubgefäße nur teilweise fehlgeschlagen waren (*Silene inflata*, *orientalis*, *dichotoma*), war dagegen, nach meinem freilich auch noch nicht sehr umfangreichen Material, ein bestimmter Quirl des obdiplostemonen Androeceum, der epise pale, stärker von der Rückbildung getroffen. Ein Beispiel möge genügen. Bei einer Pflanze von *Silene orientalis* wurden nach und nach 55 Blüten untersucht. 23 hatten lauter untaugliche, 3 lauter taugliche Antheren, bei 29 waren 1 bis 9 Antheren ausgebildet, am häufigsten 2 (9 mal) und 1 (8 mal); 3 und 4 taugliche Antheren wurden je 3 mal, 5 und 6 je 2 mal, 7 und 9 je 1 mal beobachtet, 8 überhaupt nicht. Die Stellungsverhältnisse wurden nur bei 26 von diesen Blüten genau untersucht; statt der 260 tauglichen Antheren, die sie günstigstenfalls hätten ausbilden können, waren nur 72 vorhanden, und zwar 26 epise pale und 46 epipetale. Die Bevorzugung der epipetalen hängt vielleicht damit zusammen, daß sie an der Basis mit den — stets erhaltenbleibenden — Petalen verwachsen sind, im Grunde also von der Ernährung.

Für die entsprechenden Blüten der gynomonoeischen Pflanzen des *Geranium pratense* und *G. silvaticum* liegen mir auch nicht viel Beobachtungen vor, soviel ist aber sicher — und geht auch aus Fig. 4 (S. 545) hervor —, daß beide Kreise des Androeceums getroffen werden.

Denkt man daran, daß sonst bei den Labiaten immer dasselbe Staubgefäßpaar, das hintere, die Tendenz zum Schwinden hat, und daran, daß bei den Caryophyllaceen und Geraniaceen ebenfalls immer derselbe Staubgefäßquirl, der epipetale, zum Schwinden neigt¹⁾, so wird man zunächst erwarten, daß sich auch bei den Zwischenstufen zwischen zwittrigen und weiblichen Blüten diese Tendenz geltend mache. Wenn das nicht der Fall ist, so geht daraus, meiner Ansicht nach, hervor, daß das Weiblichwerden der Zwitterblüte und die Entstehung von Sippen mit geringerer Staubgefäßzahl (wie zB. *Salvia*, *Drypis* und *Erodium* solche sind)²⁾, zwei verschiedene Prozesse sind. Würde die *Satureia hortensis* diandrisch wie *Salvia*, so hätten wir eine neue Elementarart, wird sie (über das gynomonoeische Stadium) weiblich, so haben wir eine neue Geschlechtsform.

Wie zu erwarten ist, lassen sich auch bei androdioecischen Pflanzen Zwischenformen zwischen zwittrigen und männlichen Blüten finden, und zwar die korrespondierenden Stufen: entweder sind die Fruchtblätter alle nicht ganz rudimentär und zwar in derselben Blüte in gleichem Grade, oder es kommen sterilbleibende, selbst ganz rudimentäre und fertile gemischt im selben Köpfchen vor, und das in sehr verschiedenen Verhältnissen. Untersucht wurde *Geum intermedium*.

III. Die Periodizität in der Ausbildung der verschiedenen Blüten.

Die weiblichen Stöcke der *Satureia hortensis* werden uns hier nicht beschäftigen, da ja ihre Blüten alle während der ganzen Blütezeit gleichwertig waren, dagegen wollen wir bei den gynomonoeischen untersuchen, wie sich die verschiedenen Blüten nach der Zeit ihres Auftretens verhalten.

Ich habe schon früher (05, S. 458, G. A. 21, 458) angegeben, daß die gynomonoeischen Stöcke zunächst fast rein zwittrig sind, daß aber nach und nach immer mehr teilweise und ganz weibliche Blüten auftreten, so daß die Stöcke schließlich nur mehr solche besitzen und, wenigstens physiologisch, rein weiblich sind. Die Beobachtungen dieses Sommers haben das im Grund bestätigt, aber noch gelehrt, daß zu allererst etwas mehr von den nicht oder nicht ganz

¹⁾ Von dem in seiner systematischen Stellung unsicheren, kronlosen *Colobanthus* mit alternisepalen Staubgefäßen (EICHLER, Blütendiagramme, II, S. 108) können wir hier absehen.

²⁾ Auf diesem Wege ist offenbar jene Sippe der *Sinapis arvensis*, bei der GÖBEL (04, S. 750) durch schlechte Ernährung vom Boden aus die Neigung der beiden kurzen Staubgefäße zur Rückbildung sehr steigern konnte.

zwitterigen Blüten gebildet werden können, so daß im allgemeinen deren Kurve zunächst etwas fällt, um dann allmählich bis zum Schluß anzusteigen¹⁾.

Das Material war dasselbe, über das schon im I. Abschnitt (S. 516) berichtet wurde; es bestand also aus 390 Pflanzen in Töpfen, die alle Wochen, vom 10. Juli bis 4. September, einmal revidiert wurden; diesen 9 allgemeinen Untersuchungen ging eine erste voraus, die bei jeder einzelnen Pflanze an dem Tage vorgenommen wurde, an dem sie die erste Blüte zeigte.

Die 10 Einzelversuche, auf die sich die 390 Pflanzen verteilen, sind zunächst zusammengefaßt.

Für die in den Anhang verwiesene tabellarische Zusammenstellung (B, S. 549) und für die umstehend gegebene graphische Darstellung wurden neben den beiden Hauptblütenformen, der zwitterigen (I) und der weiblichen (IV), zwei weitere unterschieden, die zwitterige mit teilweise kontabeszenten oder rudimentären Staubgefäßen (II), und die zwitterige mit lauter kontabeszenten Staubgefäßen (III). Während jene Blüten, zum mindestens in einzelnen Theken, wenigstens anscheinend normalen Pollen lieferten, also

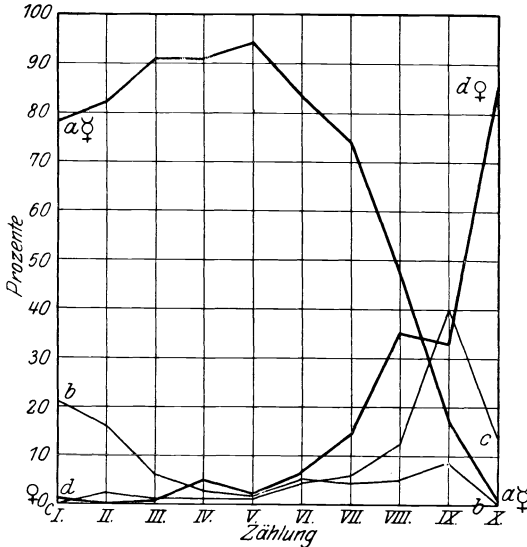


Fig. 2. *Satureia hortensis*. Kurven der vierlei Blütenklassen der gynomonoeischen Stöcke, von Ende Juni bis Anfang September, nach den Prozentzahlen (für die bei jeder Zählung überhaupt gefundenen Blüten berechnet) konstruiert.

- Kurve a = reine Zwitterblüten (Klasse I).
 „ b = Zwitterblüten mit teilweise verkümmerten Staubgefäßen (Klasse II).
 „ c = Zwitterblüten mit lauter kontabeszenten Staubgefäßen (Klasse III).
 „ d = echte weibliche Blüten (Klasse IV).

¹⁾ Inzwischen hat auch BURCK (06, p. 798, 801) *Satureia hortensis* als Versuchsobjekt gewählt und (nachdem ich das oben geschilderte Verhalten schon beschrieben hatte) mit aller Bestimmtheit den diametral entgegengesetzten Verlauf der Kurve behauptet: „... begins its period of flowering with producing bisexual flowers only, that not until later, when the plant has grown stronger, a few female flowers appear among the bisexual ones, that their number gradually increases in the following days until a definite maximum is reached, after which it gradually decreases again until at the end of its flowering-period the plant again produces bisexual flowers only“ (von mir gesperrt). Dagegen hat er aus seinen Beobachtungen an andromonoecischen Umbelliferen ganz richtig den Schluß gezogen, daß in Dolde und Döldchen die Zwitterblüte stets den Platz innehat, der mit Hinsicht auf die Ernährung am vorteilhaftesten sei.

noch zu den Zwitterblüten im weitesten Sinne gerechnet werden konnten, waren diese physiologisch zu den weiblichen Blüten zu rechnen.

Die Kurven sprechen für sich. Man sieht auf den ersten Blick, daß jede der vier unterschiedenen Blütenformen ihre eigene Kurve mit besonderem Gipfel hat.

Nur vollkommene Zwitterblüten und nur echte weibliche Blüten sind bei keiner Revision beobachtet worden. Die Kurve der reinen Zwitterblüten steigt zunächst noch an, um erst in der Mitte der Beobachtungszeit ihren Gipfel zu erreichen und dann gleichmäßig fast auf Null zu sinken. Ihre anfängliche Depression beruht im wesentlichen auf dem Auftreten unvollkommener Zwitterblüten, deren Kurve eine „halbe“ ist, wie die der weiblichen Blüten. Die Zwitterblüten mit lauter kontabeszenten Staubgefäßen treten nur kurze Zeit, gegen das Ende der Beobachtungszeit, dann aber auf einmal sehr stark hervor¹⁾.

Hätten die Beobachtungen auch nach dem 4. September fortgesetzt werden können, so hätten sich die Verhältniszahlen nicht mehr viel geändert. Die Kurve der echten weiblichen Blüten wäre noch etwas gestiegen, um dann, vielleicht mit kleinen Schwankungen, so weiter zu verlaufen; es wären stets noch ganz verkümmerte Zwitterblüten und einzeln unvollkommene und typische Zwitterblüten aufgetreten. Es lehren das zunächst die Beobachtungen, auf die die Kurven der Fig. 3 (S. 535) konstruiert sind (Kurve *b* bezieht sich auf die echten weiblichen, Kurve *a* auf die echten weiblichen und vollkommen verkümmerten Zwitterblüten zusammen); sie reichen aber auch nur eine Woche weiter. Dagegen wurden 1905 die Beobachtungen bis gegen Ende September ausgedehnt, und heuer die am 11. September abgebrochenen Anfang Oktober nochmals aufgenommen, ohne daß bei dem gleichmäßigen Verhalten aller Stöcke, die noch blühten, genaue Zählungen gemacht wurden.

Die 390 Pflanzen, die die Daten für die Fig. 2 geliefert haben, gehörten 10 verschiedenen Versuchen an. Einer davon stellte nur 3 Individuen (Vers. 11, 06, S. 463, G. A. 25, 502), die anderen neun meist 36. Obwohl so das Material ziemlich klein ist, habe ich doch für jeden dieser 9 Einzelversuche die bei den Revisionen ermittelten Zahlen besonders zusammengestellt und berechnet. Die Tabellen (C bis F) stehen im Anhang (S. 549, 550), sie geben, der Kürze halber, nur die Prozentzahlen. Es geht aus ihnen hervor, daß in jedem Einzelversuch die Kurven stets im großen und ganzen denselben Verlauf haben. Fast immer fällt der Gipfel der reinen Zwitterblüten (Tabelle C) auf die fünfte Zählung (31. Juni), nur zweimal auf die vierte (Vers. 1 u. 9), der Gipfel der echten

¹⁾ Erst nach Abschluß aller Beobachtungen wurden die für jeden Stock getrennt notierten Ergebnisse zusammengestellt, dadurch wären die Folgen einer Voreingenommenheit bei der Bestimmung der Blüten, die ja nur bei Klasse III und IV einen Einfluß hätte haben können, sehr reduziert worden. In der Tat habe ich den charakteristischen Verlauf der Kurve *c* für Klasse III erst beim Zusammenstellen erkannt.

weiblichen (Tabelle F) stets auf die zehnte, der Gipfel der Zwitterblüten mit lauter kontabeszenten Staubgefäßen (Tabelle E) stets auf die neunte (28. August); bei den unvollkommen zwittrigen Blüten liegt bei zwei Versuchen (9, 12) der Gipfel bei der zweiten statt bei der ersten Zählung. Im speziellen zeigen freilich die Kurven der Einzelversuche Verschiedenheiten, die wahrscheinlich nicht alle rein zufälliger Natur sind, doch sind die Gesamtzahlen der Blüten jedes Versuches (zwischen 1757 und 3114) für eine genaue Entscheidung wohl zu gering.

Einstweilen liegen mir für keine andere gyno- oder andromonoecische Pflanze so umfangreiche Beobachtungen vor; es scheint mir aber sicher, daß der Verlauf der Kurve der echten Zwitterblüten überall im Prinzip ähnlich ist. Vergleichen wir zB. *Geranium pratense*, für das ich in Tabelle 2 einige Beobachtungen zusammengestellt habe. Sie beziehen sich auf eine Pflanze, die 1905 von Anfang bis zu Ende der Blütezeit fast täglich kontrolliert worden war. Die Blüten waren teils rein zwittrig, teils rein weiblich, teils zeigten sie taugliche und untaugliche Staubgefäße nebeneinander.

Tabelle 2.

Datum	Mai									Juni						
	22.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	6.	7.		
Zahl der Blüten	4	3	3	7	7	11	14	18	11	16	15	17	12	2		
Zahl der tauglichen Antheren .	0	4	5	6	28	95	133	165	91	145	150	170	82	10		
Prozentzahl der taugl. Antheren	0	13	17	9	40	86	95	92	83	91	100	100	75	50		

Die letzte Zahl gibt an, wie viele von den Staubgefäßen, die bei der gegebenen Blütenzahl überhaupt möglich sind, normal ausgebildet waren, in Prozenten; 100% bedeutet also, daß sämtliche Blüten normal zwittrig, 0%, daß sie alle weiblich waren.

Die Kurve der normalen Staubgefäßbildung fängt also bei dem gynomonoecischen *Geranium pratense* mit 0 an, steigt allmählich auf ein Maximum und senkt sich gegen das Ende der Blütezeit wieder; sie ist der Kurve der normalen Zwitterblüten bei *Satureia hortensis* spiegelbildlich gleich: Bei *Geranium* wird die Mehrzahl der weiblichen Blüten am Anfang, bei *Satureia* am Ende der Blütezeit gebildet; dazwischen liegt stets das Maximum der Zwitterblüten¹⁾. Dieser Unterschied zwischen *Geranium* und *Satureia* muß erblicher Natur sein, auch wenn Ernährungsdifferenzen bestimmen, ob eine Blütenanlage zwittrig oder eingeschlechtig wird; vererbt wird dann eben, daß das eine Mal mehr die ersten, das andere Mal mehr die letzten Blüten schlechter ernährt werden. Von Bedeutung ist wohl auch der frühere Beginn

¹⁾ Eine kleine Verschiebung würde die Kurven der Zwitterblüten, wie sie *Satureia* und *Geranium* zeigen, zu halben machen; auch solche Fälle sind bekannt.

und die relativ kurze Dauer der Blütezeit des *Geranium* der *Satureia* gegenüber, schon der äußeren Einflüsse wegen.

Ähnlich wie bei *Geranium* wird auch bei den gynomonoeischen Stöcken der *Silene inflata* (05, S. 454, G. A. 21, 455) die Kurve verlaufen¹⁾, wo jedenfalls die ersten Blüten am meisten weiblich sind, ferner bei *Plantago lanceolata*, wo umgekehrt in den gynomonoeischen Ähren stets die letzten, oft auch die allerersten Blüten weiblich sind, bei *Echium vulgare*, und nicht anders ist es auch bei den andromonoecischen Stöcken des *Geum intermedium*. Ja der Verlauf der Kurve scheint auch bei den trimonoecischen Pflanzen der gleiche zu sein, wobei dann wohl gewöhnlich die erstgebildeten Blüten weiblich, die letztgebildeten männlich sind, und die Zwitterblüten dazwischen stehen, wie es zB. bei *Dimorphotheca pluvialis* unter den Kompositen²⁾, bei *Lilaea* unter den Junceagineen³⁾ und bei gewissen *Myriophyllum*-Arten⁴⁾ der Fall ist⁵⁾.

In den eben genannten Fällen (bei *Dimorphotheca*, *Lilaea*, *Myriophyllum*) fällt die zeitliche Entwicklung der Blüten mit ihrer räumlichen Aufeinanderfolge an der einfachen Abstammungsachse zusammen. Auch bei *Geum intermedium* ist noch leicht festzustellen, daß der Ort in der sehr locker trugdoldigen Infloreszenz bestimmt, ob die Blüte zwittrig oder männlich ausfällt. Ist der Stock nur schwach andromonoecisch, so sind im allgemeinen an jedem Blütenproß die ersten und mittleren Blüten zwittrig, die letzten männlich, ist er stärker andromonoecisch, so treten gleich zuerst auch einige männliche Blüten auf, und bei stark andromonoecischen, fast rein männlichen Stöcken sind nur noch einige Blüten, zwischen lauter männlichen, zwittrig. Bei den Labiaten ist das nicht so deutlich; sicher ist aber, daß bei *Satureia* in jedem

¹⁾ Und wohl auch, nach den Beobachtungen von GÜNTHART (04, S. 207) bei *Scabiosa lucida*, soweit die Köpfchen gynomonoeisch sind.

²⁾ Das geben schon die systematischen Werke, z. B. HOFFMANN (1901, in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenform., IV. Teil, 5. Abt., S. 306) richtig an; ob auch die ♂ Blüten in der genetischen Spirale ganz regelmäßig auf die ♀ folgen, wie diese auf die ♀, oder ob kleine Unregelmäßigkeiten vorkommen, habe ich noch nicht genau geprüft, wahrscheinlicher ist letzteres. — M. VON ÜXKÜLL-GYLLENBAND (01) hat aus ihren Untersuchungen das Gesetz abgeleitet, im Kompositenköpfchen stünden die zwittrigen Blüten immer zentral, und bei Trimonoecie sei die Reihenfolge von außen nach innen: ♀, ♂, ♀. *Dimorphotheca* ist ihr leider unbekannt geblieben; *Leontopodium* und *Anaphalis*, für die speziell obiges Verhalten angegeben wird, wären vielleicht doch einer erneuerten Untersuchung wert.

³⁾ HIERONYMUS, in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., II. Teil, Abt. 1, S. 226.

⁴⁾ PETERSEN, Halorrhagidaceae, ibid. III. Teil, Abt. 7, S. 234.

⁵⁾ Hieraus könnten sich dann durch völliges Schwinden der zwittrigen Blüten die Infloreszenzen mancher monoecischer Pflanzen entwickelt haben, bei denen die weiblichen Blüten unten, die männlichen oben stehen. Das umgekehrte Verhalten (männliche Blüten unten, weibliche oben) könnte aus einer Trimonoecie mit der Reihenfolge ♂, ♀, ♀ entstanden sein, für die ich freilich gerade kein Beispiel wüßte. Beiderlei Verhalten der Infloreszenzen kann jedoch auch aus der polygamen Grundform mit halben Kurven (Anm. 1, S. 526) abgeleitet werden, der andro- oder gynomonoeischen, indem die zunächst noch zwittrigen Blüten später eingeschlechtig werden. So mag sich z. B. *Akebia* verhalten.

Halbquirl die Mittelblüte zwittrig, die Seitenblüten gerne weiblich sind¹⁾ — wie das schon A. SCHULZ (88) für verschiedene andere Gattungen angibt —, daß ferner die alleruntersten, blütenärmeren Halbquirle jedes Sprosses, und auch wohl die obersten, mehr weibliche Blüten hervorbringen, als die dazwischenliegenden²⁾.

Es wird auch kein Zufall sein, daß bei den gynomonoeischen Pflanzen der erste Gipfel der Gesamtblütenproduktion mit dem Gipfel der Zwitterblüten, der zweite mit dem der weiblichen Blüten zusammenfällt, wie ein Vergleich von Fig. 1 mit Fig. 2 sofort lehrt.

Der Ort in der Infloreszenz entscheidet wohl nur dadurch über die Natur der Blüte, daß er die Entwicklungsbedingungen günstiger oder ungünstiger gestaltet, und zwar entstehen bei günstiger Ernährung die zwittrigen, bei ungünstiger die eingeschlechtigen, männlichen oder weiblichen Blüten³⁾. Denn daß es sich bei den eingeschlechtigen Blüten um Entwicklungshemmungen zwittriger handelt, kann nicht bezweifelt werden; es widerspricht das auch nicht einer Entstehung durch progressive Umbildung⁴⁾.

Daß die erstgebildeten Blüten eines Sproßsystemes durchaus nicht immer die besternährten sind, zeigt ihr nicht seltenes Versagen, das ich zB. bei *Bryonia* oft beobachtete, wo die Knospen der ersten Infloreszenzen gerne vor der Entfaltung absterben.

Das Aufspüren des Zeitpunktes, wo das Auseinandergehen in der Entwicklung bei dem normalen Staubgefäß der Zwitterblüte und dem rudimentären der weiblichen auch äußerlich kenntlich wird, stößt bei *Satureia* insofern auf Schwierigkeiten, als man bei den gynomonoeischen Pflanzen eigentlich nie ganz sicher ist, wozu ein Entwicklungsstadium gehört. Soviel scheint aber, wie schon bemerkt wurde (S. 519), sicher, daß es auch in den rudimentären Antheren noch zur Ausbildung der Pollenmutterzellen kommt. Sicherer und auch bequemer ist die Entwicklung zB. bei *Silene dichotoma* zu verfolgen.

¹⁾ Ich fand nicht nur die einfachen Wickel, die in der Literatur für *Satureia* angegeben werden (EICHLER, Blütendiagramme, Bd. I, S. 231), sondern auch Doppelwickel, wengleich mit Förderung aus dem β -Vorblatt.

²⁾ So einfach, wie BREITENBACH (81, S. 206) die Sache für *Nepeta* angibt: „am unteren Ende des Zweiges nur große hermaphroditische, an der Spitze nur kleine weibliche Blüten“, liegt sie jedenfalls nicht.

³⁾ BURCK (06, S. 811) nimmt für die ♀ Blüten das Gegenteil an. DÜSING's Annahme (84), besonders gute Ernährung bedinge die Ausbildung des weiblichen, schlechte die des männlichen Geschlechts, hat mit unserem Problem kaum etwas zu tun, schon deshalb, weil es sich hier nicht, wie bei DÜSING, um den Gegensatz männlich-weiblich, sondern um jenen eingeschlechtig-zwittrig handelt.

⁴⁾ Wenn, wie am auffallendsten bei *Catasetum*, nicht bloß eine Reduktion, sondern auch eine wirkliche Umbildung der Blütenhülle mit der Ausbildung der eingeschlechtigen Form zusammenfällt, stößt es die prinzipielle Richtigkeit obigen Satzes nicht um. Wenn dagegen bei den weiblichen Köpfen der *Knautia* die Randblüten weniger strahlen, als bei den zwittrigen Köpfen, so liegt wohl nur ein einfacher Ernährungseinfluß vor.

Da sieht man, daß sich die Blüten der weiblichen Stöcke von denen der zwittrigen schon auf einem sehr frühen Stadium unterscheiden; Knospen mit etwa 1 mm langem Kelch zeigten schon entweder das Gynaeceum oder das Androeceum merklich stärker entwickelt. In den Antherenrudimenten der weiblichen Blüten kommt es auch noch zur Ausbildung der Pollenmutterzellen. Die raschere Entwicklung des Gynaeceum in den weiblichen Blüten hält auch weiterhin an und bedingt, daß bei ihnen die Dichogamie viel schwächer ausgeprägt ist, d. h. daß das Zeitintervall zwischen Aufblühen und weiblichem Stadium sehr abgekürzt ist. Das ist schon WILLIS bei einem Teil seiner *Origanum*-Stöcke aufgefallen und ist auch bei *Silene inflata*, Dipsaceen und Geraniaceen sehr deutlich.

Die ganze Frage nach dem Einfluß innerer und äußerer Faktoren auf die Geschlechtsausbildung wird am Schluß des nächsten Abschnittes nach der Besprechung der Experimente nochmals berührt werden (S. 537), hier soll noch ein anderes Problem gestreift werden: ob es in der gynomonoecischen Individuenklasse der *Satureia hortensis* „Linien“ (im Sinne JOHANNSEN'S) gibt, die sich deutlich hervorheben.

In Tabelle 3 sind für jeden der schon wiederholt verwerteten 9 Versuche die Zahlen der Blüten in den vier unterschiedenen Klassen zusammengestellt. Jeder Versuch umfaßt Pflanzen anderer Herkunft; bei Versuch 3, 4, 8, 9, 10, 14 stammen sie von je einer Pflanze ab, bei 12 und 13 von je drei, bei 1 von ziemlich vielen.

Tabelle 3.

Nummer des Versuchs (06, S. 462 u. 463, G. A. 25, 501, 502)	Gesamtzahl	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Kl. IV	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Kl. IV
		rein zwittrig	zwittrig, Antheren z. T. verkümmert	zwittrig, Antheren alle kontakteszent	echt weiblich	rein zwittrig in %	zwittrig, Antheren z. T. verkümmert in %	zwittrig, Antheren alle kontakteszent in %	echt weiblich in %
8	1862	1183	139	166	374	63,5	7,5	8,9	20,1
9	1918	1147	115	228	428	59,8	6,0	11,9	22,3
10	1757	971	96	139	551	55,3	5,5	7,9	31,3
12	2131	1335	95	167	534	62,7	4,5	7,8	25,1
13	2005	1255	88	265	397	62,6	4,4	13,2	19,8
14	1927	1225	120	181	401	63,6	6,2	9,4	20,8
1	3074	1916	71	305	819	61,6	2,3	9,8	26,3
3	3625	1961	115	259	1290	54,1	3,2	7,1	35,6
4	1962	1229	66	195	472	62,5	3,3	9,9	24,4
Mittel						60,2	4,7	9,3	25,9
Minimum						54,1	2,3	6,4	19,8
Maximum						62,7	7,5	13,2	35,6

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen sind ziemlich beträchtlich, und für die zwittrigen und weiblichen Blüten wenigstens sind die Zahlen

so groß, daß die Differenzen kaum zufälliger Natur sind. Die äußeren Einflüsse trafen alle Pflanzen annähernd gleichmäßig, und da das Material der verschiedenen Versuche verschiedener Herkunft ist, werden die Unterschiede wohl erblich sein, „Liniencharakter“ haben. Wir haben schon gesehen (S. 525), daß solche Linien wahrscheinlich auch nach dem Verlauf der Kurven für die einzelnen Blütenklassen (nicht bloß für die Zahlen der überhaupt in eine Klasse gehörenden Blüten) unterschieden werden müssen, und an anderer Stelle (06, S. 473, G. A. 25, 511) habe ich wahrscheinlich gemacht, daß sich auch nach der Prozentzahl, in der die Pflanzen neben ihresgleichen auch die andere Geschlechtsform hervorbringen, erblich verschiedene Linien unterscheiden lassen.

Innerhalb des einzelnen Versuches wird man bei den Einzelpflanzen teils wieder Linienunterschiede erwarten dürfen, teils weitgehende Übereinstimmung, wenn sie derselben Linie angehören. Bei den oben verwendeten Versuchen wurden von jeder Pflanze etwa 50 Blüten untersucht, wohl eine zu geringe Zahl, um darauf Schlüsse bauen zu können. Ein größeres Material liegt mir nur für 8 Pflanzen vor, die, zu Versuch 1 gehörig, zu einem besonderen Experiment (S. 534) verwendet und vom 22. Juli bis 11. September täglich untersucht wurden; es ist in der untenstehenden Tabelle 4 zusammengestellt.

Vergleichbar sind untereinander nur die mit großen und die mit kleinen Buchstaben bezeichneten Pflanzen. Diese sind schon wegen der relativ kleinen Zahlen wenig beweisend; jene zeigen dagegen eine ganz auffällige Übereinstimmung, aus der wohl die Zugehörigkeit zu einer Linie hervorgeht.

Tabelle 4.

Zeichen der Pflanze	Gesamt- zahl der Blüten	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Kl. IV				
		rein zwittrig	zwittrig Staubgefäße z.T. verklümmert	zwittrig, Staubgefäße alle kontakteszent	echt weib- lich	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Kl. IV
		in %	in %	in %	in %	in %	in %	in %	in %
a	467	329	14	19	105	70	3	4,1	22
b	290	207	8	29	46	71	3	10	16
c	185	185	16	17	76	63	5	6	26
d	486	314	20	45	107	65	4,1	9,2	22
A	824	458	55	5	306	56	7	0,6	37
B	737	418	42	3	274	57	6	0,4	37
C	663	362	53	3	245	55	8	0,5	37
D	643	345	40	4	254	54	6	0,6	39,5

IV. Die Beeinflussung der Periodizität durch Eingriffe von außen.

Nachdem sich herausgestellt hatte, daß sich unter den gewöhnlichen Entwicklungsbedingungen bei den gynomonoeischen Stöcken der *Satureia* das Zahlenverhältnis der verschiedenen Blütenklassen während der Blütezeit

stetig verschiebt, als Ganzes genommen aber doch ziemlich konstant ist, tauchte die Frage auf, ob sich durch Abänderung der Entwicklungsbedingungen Verschiebungen erreichen lassen. Daß die Antwort bejahend ausfallen würde, war bestimmt vorauszusagen.

Zunächst sei aber bemerkt, daß die weiblichen Pflanzen der *Satureia* allen Versuchen der Art widerstanden haben. Obwohl sie auch die Anlage enthalten müssen, zwittrige Blüten hervorzubringen, war diese doch nicht zur Entfaltung zu bringen. Die weiblichen Pflanzen der *Satureia* verhalten sich also genau wie die weiblichen Individuen einer dioecischen Art, die man auch noch nicht hat „umstimmen“ können (vgl. dazu STRASBURGER, 1900). Wenn die weibliche Form noch nicht so rein ausgeprägt ist, was nach WILLIS' Beobachtungen bei *Origanum* der Fall zu sein scheint, mögen äußere Einflüsse wirksamer sein. Wenn aber dieser Forscher einen als weiblich aus dem Freien in den Garten verpflanzten Stock zwar weiterhin weiblich blühen, im Jahre darauf jedoch zunächst soviel Zwitterblüten tragen sah, wie ein normaler zwittriger Stock hervorbringt, so war nach dem, was wir jetzt wissen, der Stock gewiß gynomonoeisch und beim Versetzen schon im weiblichen Stadium gewesen, und nicht richtig weiblich; er wurde nach WILLIS ja auch im zweiten Jahre schließlich wieder im wesentlichen weiblich und blieb so bis zum Schluß der Blütenzeit.

Dagegen hält es nicht schwer, nachzuweisen, daß sich bei den gynomonoeischen Pflanzen das Verhältnis der verschiedenen Blüten ändern läßt. Diese ungleiche Beeinflußbarkeit wird dadurch auffällig, daß sich, wie ich nachgewiesen habe, die beiden Geschlechtsformen, die gynomonoeische und die weibliche, in der Treue, mit der sie sich auf die Nachkommen überliefern, nicht wesentlich unterscheiden (04—06, G. A. 17, 21, 25). Plastizität unter den äußeren Einflüssen und Vererbungstreue laufen also nicht parallel.

Eine solche Beeinflußbarkeit hat schon GAERTNER (44, S. 124) bei der (gynodioecischen) *Silene noctiflora* angenommen: Als er von drei fruchtenden Individuen, die von Anfang an nur normale Zwitterblüten getragen hatten (?), alle Kapseln wegschnitt, bildeten sich binnen 14—20 Tagen eine Menge neuer Blüten, von denen aber bei weitem der größte Teil „kontabeszierte“ Staubgefäße besaß. Später wurden mehr normale Blüten gebildet, und schließlich waren nur mehr solche vorhanden. Daß hier Ernährungseinflüsse wirkten, ist sicher. Später hat zB. H. MÜLLER (81, S. 42) die Ausbildung der männlichen Blüten bei *Veratrum album* auf „geschwächten Nahrungszufluß“ zurückgeführt, und F. LUDWIG (85, b, S. 234) für einen Teil der „Gynodimorphisten“ angegeben, daß Entziehung der Bodennahrung, Dichtsaaat oder die Fruchtbildung eine Reduktion der Korolle und der Staubgefäße zur Folge habe, die zur Kleistogamie, oder zum Gynodimorphismus, zu

monoecischem oder dioecischem, führe. „Bei nachträglicher Zuführung reichlicher Nahrung (oder indirekt bei Ausjäten der Dichtsaaat, bei Entfernung der Fruchtzweige) kommen nicht selten wieder normale offene Zwitterblüten zum Vorschein“. Auch WILLIS (92, b) hat den Versuch gemacht, bei *Origanum* durch Umwickeln mit Bindfaden die Bildung anormaler Blüten zu veranlassen, und konnte einen gewissen Erfolg verzeichnen, dessen Deutung mir nicht ganz klar zu sein scheint¹⁾. Fast gleichzeitig hat aber VÖCHTING (93, S. 17 des S.-A.) bei seinen bekannten Versuchen über den Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten für *Mimulus Tilingi* exakt festgestellt, daß die unter dem Lichtentzug eintretende Reduktion die Staubgefäße stärker trifft, als das Gynaeceum.

Bei *Satureia* haben mich schon Beobachtungen an den Kulturen der Jahre 1904 und 1905 den Einfluß der Gesamternährung auf das Geschlecht der Blüten kennen gelehrt. Sie sind z. T. in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5.

Nachkommen ± zwittriger Pflanzen. 1904 bei einmaliger Untersuch. gefunden:	Durchschnittsgewicht einer Pflanze	Nachkommenschaft 1905	
		± zwittrig	weiblich
Mit normalen Zwitterblüten, Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weiblichen Blüten	15,7 g (107 Pflanzen)	} 246	3
Mit Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weiblichen Blüten	7,7 g (110 Pflanzen)		
Nur mit weiblichen Blüten	2,0 g (133 Pflanzen)	152	24

Wenn die Pflanzen, die bei der einmaligen, sehr spät (Anfang bis Mitte September, 04, S. 510, G. A. 17, 401) durchgeführten Untersuchung weiblich gefunden wurden, im Durchschnitt zwergig waren und doch dieselben Anlagen besaßen, wie die großen, zwittrigen Pflanzen — die annähernd gleiche Nachkommenschaft beweist das —, so muß der (nicht erbliche, nur) durch äußere Bedingungen veranlaßte Zwergwuchs und die Bildung der weiblichen Blüten in Zusammenhang stehen, dieselbe Ursache haben.

1906 wurde ein Teil der *Satureia*-Keimlinge in Töpfe pikiert, der Rest mußte sich in den Saattöpfen dichtgedrängt (bis zu 260 Pflanzen in einem

¹⁾ Ausgehend von der Beobachtung, daß sich bei *Origanum* weibliche und Übergangsblüten am häufigsten an den Seitenzweigen fanden, band er 10 Tage vor Beginn der Blüte einen Bindfaden fest in der Mitte um die Hauptachse der Infloreszenz, um so „lack of nutriment“ in der oberen Hälfte hervorzurufen. Die obere Hälfte der Infloreszenz der einzigen Pflanze, die diese Prozedur aushielt, brachte unter 137 Blüten 17, die untere unter 98 eine nicht zwittrige Blüte hervor. Die Operation entspricht ungefähr einem Ringelschnitt, dessen Erfolg sich nur beurteilen ließe, wenn die photosynthetische Leistungsfähigkeit der beiden Abschnitte bekannt wäre.

Topf von 17 cm lichter Weite) weiterentwickeln. Es konnten also relativ gut genährte und schlecht genährte Individuen verglichen werden; nur jene wurden wiederholt genau geprüft, diese nur einmal nach der ersten Blüte revidiert, dann entfernt. Das Ergebnis ist in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

Nummer des Versuches (06, S. 462 u. 463, G. A. 25, 501 u. 502)	Pikierte Pflanzen		Pflanzen der Saattöpfe	
	± zwittrig	weiblich	± zwittrig	weiblich
1	66	—	151	11
3	64	—	129	5
9	37	—	27	1
10	36	—	261	8
12	38	—	173	15
13	38	—	152	5
14	36	—	27	—
	315	—	920	45

Wenn die 45 weiblich gefundenen Pflanzen in den Saattöpfen alle wirklich der Anlage nach weiblich gewesen wären, so hätten auch unter ihren 315 gut genährten Geschwister-Pflanzen etwa 15 weibliche gefunden werden müssen. Denn daß gute Ernährung auf echt weibliche Pflanzen ohne Einfluß bleibt, sie nicht zwittrig macht, steht fest. Statt dessen waren es lauter + zwittrige Pflanzen. Die schlechte Ernährung in den Saattöpfen mußte also wenigstens bei einem guten Teil der 45 die Ausbildung weiblicher statt zwittriger Blüten verursacht haben, einige mögen wirklich, auch der Anlage nach, weiblich gewesen sein.

Wiederholt ließ sich auch bei *Silene inflata* und *Geum intermedium* beobachten, daß im ersten Jahr, in dem die Pflanze zur Blüte kam, die Zahl der eingeschlechtigen Blüten größer ausfiel als im zweiten, wo sie schon mehr erstarkt war.

Ich konnte aber auch bei *Satureia* direkt die Ausbildung weiblicher Blüten veranlassen, genauer gesagt, den Eintritt des weiblichen Stadium der gynomonoecischen Pflanze beschleunigen, und die Folgen dieses Eingriffes wieder aufheben. Eine Anzahl Pflanzen aus den Freilandbeeten, die nach der ersten Blüte als ± zwittrig bestimmt worden waren, wurden einzeln eingetopft und in dem leeren Kalthaus unter das Tablett, fast genau unter die Kante, die von Ost und West verläuft, in einer Reihe aufgestellt. Sie befanden sich so, gegenüber den im Freien kultivierten Pflanzen, in stark herabgesetzter Beleuchtung, erhielten vor allem kein direktes Sonnenlicht. Als sie nach etwa einem Monat (Anfang August) gut eingewurzelt waren, trugen sie lauter weibliche Blüten oder zwittrige mit lauter kontabeszenten Antheren (Klasse III), nur bei einer Pflanze fand ich eine Zwitterblüte von normalem Bau. Gleichzeitig hatte bei den im Freien in Töpfen kultivierten

Stöcken die Kurve der Zwitterblüten den Gipfel erreicht. Die Versuchspflanzen wurden nun auch ins Freie neben jene gebracht, worauf zunächst die Zahl der Blüten sehr stark zunahm, ohne daß sich ihr Charakter geändert hätte; gegen Ende August stellte sich aber doch wieder eine, wenn auch nicht sehr bedeutende Zunahme der zwittrigen Blüten ein. Genaue Zahlen kann ich nicht geben, weil die zwittrigen Blüten zwar gezählt, die weiblichen aber meist nur geschätzt wurden; die Prozentzahl der zwittrigen mag aber im Freien von 0 oder fast 0 wieder auf 5 bis 10 gestiegen sein.

Der Versuch hätte natürlich noch viel schlagender angestellt werden können, auch ist unklar, wieviel von dem Erfolg auf Rechnung der herabgesetzten Beleuchtung und auf Rechnung der schweren Schädigung des Wurzelsystems gesetzt werden muß; er wird aber einstweilen genügen, um prinzipiell zu zeigen, daß eine Herabsetzung der Ernährung (im weiteren Sinne) die Ausbildung eines normalen Androeceum hintanhaltend kann.

Den umgekehrten Erfolg, die Ausbildung einer größeren Zahl normaler Zwitterblüten, suchte ich durch bessere Ernährung der einzelnen Blütenanlagen zu erzielen. Das beste Mittel dazu schien mir die Unterdrückung der Fruchtbildung zu sein. Es wurden am 23. Juli acht schon etwa zwei Wochen in Blüte stehende Pflanzen ausgewählt, die zu je vier in ziemlich großen Töpfen standen, gleicher Abkunft waren und annähernd gleich groß waren. In jedem der zwei Töpfe wurden die stärkste und die schwächste Pflanze als Kontrollpflanzen (a, b, c, d), die beiden anderen, mittleren als Versuchspflanzen (A, B, C, D) benutzt. Die Blüten wurden bis zum 11. September täglich untersucht und gezählt, nur am 5. August war das nicht möglich. Dabei wurde bei den Kontrollpflanzen der Mittelzipfel der Kronunterlippe weggeschnitten¹⁾, bei den eigentlichen Versuchspflanzen aber die ganze Blüte mit einer feinen Schere entfernt. Trotz aller Vorsicht war doch nicht zu vermeiden, daß gelegentlich einige Knospen beschädigt wurden. Das Resultat ist in zwei Tabellen des Anhangs (H für die Kontrollpflanzen, G für die behandelten Pflanzen) und zum Teil in der umstehenden Fig. 3 in Kurvenform niedergelegt. Außer der Klasse der vollkommenen Zwitterblüten (I) und der Klasse der echten weiblichen Blüten (IV) ist hierbei (die Einzelaufnahmen sind noch genauer) wieder nur die Klasse der Zwitterblüten mit teilweise verkümmertem Androeceum (II) und jene der Zwitterblüten mit ganz kontabeszentem Androeceum (III) unterschieden worden. Außerdem wurden (bei Tabellen und Kurven) immer die Beobachtungen von drei Tagen zusammengefaßt, um größere und deshalb vom Zufall weniger abhängige Zahlen zu erhalten.

Zunächst ist auf die starke Zunahme der Blütenzahl infolge des Wegschneidens aller offenen Blüten hinzuweisen; sie stieg, wie die Tabellen G

¹⁾ Es geschah das, damit dieselbe Blüte nicht zweimal gezählt werden konnte.

und H zeigen, von 1536 auf 2867, fast auf das Doppelte. Nach dem, was wir sonst von der Wirkung derartiger Eingriffe wissen, ist dieser Erfolg selbstverständlich.

Vergleicht man ferner die Prozentzahlen, mit denen sich die vier unterschiedenen Blütenklassen an der Gesamtzahl der Blüten beteiligen, so zeigt sich ganz deutlich ein weiterer Einfluß des Eingriffes. Der Bequemlichkeit halber habe ich in Tabelle 7 diese Zahlen (nach den Tabellen G und H im Anhang) hierhergesetzt.

Tabelle 7.

	Klasse I (ganz zwittrig)	Klasse II	Klasse III	Klasse IV (echt weiblich)
Kontrollpflanzen . . .	67,4%	3,7%	7,2%	21,7%
Versuchspflanzen . . .	55,2%	6,6%	0,6%	37,6%

Die Entfernung der Blüten hat also gar nicht den Erfolg gehabt, den man vielleicht zunächst erwartet hätte, daß überhaupt mehr zwittrige Blüten gebildet worden wären, im Gegenteil, die Zahl der weiblichen hat dadurch stark zugenommen.

Betrachten wir nun Fig. 3.

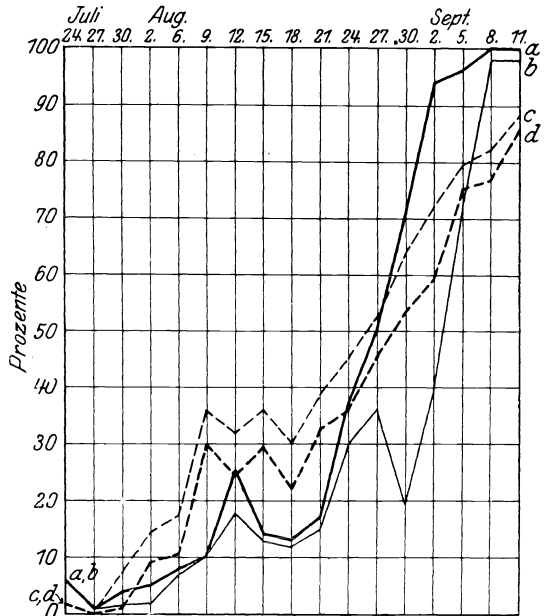
Kurven, die den Einfluß der Verhinderung der Fruchtbildung auf die Ausbildung der verschiedenen Blütenklassen zeigen, nach den Prozentzahlen die einzelnen Klassen in der Gesamtblütenzahl konstruiert.

Kurve *a* = echt weibliche und zwittrige Blüten mit ganz kontabeszenten Staubgefäßen, Kontrollpflanzen (Klasse III, IV);

Kurve *b* = echt weibliche Blüten, Kontrollpflanzen (Klasse IV);

Kurve *c* = echt weibliche und zwittrige Blüten mit teilweise fehlgeschlagenen oder lauter kontabeszenten Staubgefäßen, Versuchspflanzen (Klasse II, III, IV);

Kurve *d* = echt weibliche und zwittrige Blüten mit ganz kontabeszenten Staubgefäßen, Versuchspflanzen (Klasse III, IV).

Fig. 3. *Satureia hortensis*.

Die ausgezogenen Kurven (*a*, *b*) beziehen sich auf die vier Kontrollpflanzen, die unterbrochenen (*c*, *d*) auf die vier, denen die Blüten genommen wurden.

Die fetten Kurven beiderlei Art (*a*, *d*) stellen die Prozentzahlen der physiologisch weiblichen Blüten (Klasse III und IV zusammen) dar. Die feine, ausgezogene Kurve (*b*) gibt die Prozentzahlen der echten weiblichen Blüten (Klasse IV) an den Kontrollpflanzen, die feine unterbrochene Kurve (*c*) die Prozentzahlen aller nicht vollkommen zwittrigen Blüten zusammengenommen (Klasse II, III, IV) an den Versuchspflanzen. Die entsprechende Kurve für die Kontrollpflanzen ist nicht eingezeichnet, weil sie nicht viel von der Kurve *a* abweicht, ebensowenig die Kurve der echten weiblichen Blüten bei den Versuchspflanzen, die sich von der Kurve der physiologisch weiblichen (*d*) nur unbedeutend abheben würde.

Vergleicht man die Kurven für die Kontrollpflanzen und die Versuchspflanzen, vor allem *a* mit *d*, so sieht man, daß das Wegschneiden doch einen weiteren, dritten Einfluß gehabt hat: das völlige Weiblichwerden, das die Kontrollpflanzen zeigen, ist, wenigstens während der Versuchsdauer, verhindert worden — trotz der absoluten Zunahme der weiblichen Blüten. Diese beruht darauf, daß die relative Zahl derselben schon sehr bald nach Beginn des Versuches stark gestiegen ist, rascher als bei den Kontrollpflanzen, dann aber langsamer steigt, um endlich von der relativen Zahl der weiblichen Blüten der Kontrollpflanzen überholt zu werden.

Wie lange sich so das Verschwinden der zwittrigen Blüten hintanhaltend läßt, geht aus diesem Versuche noch nicht hervor; in unserem Klima bereitet der Herbst zuletzt so ungünstige Außenbedingungen, daß der Eingriff des Experimentators sicher einmal wirkungslos wird.

Auffallend ist endlich, daß die Blütenklasse II (Zwitterblüten mit teilweise rudimentären oder kontabeszenten Staubgefäßen) infolge der Entfernung der Blüten zunimmt (von 3,7% auf 6,6%), die Klasse III dagegen (Zwitterblüten mit lauter kontabeszenten Staubgefäßen) fast verschwindet (von 7,2% auf 0,6% sinkt).

Der Verlauf des Experimentes scheint mir nicht schwer zu deuten. Die erste Wirkung des Wegschneidens aller sich öffnenden Blüten war die, daß sich zahlreiche Knospen entfalteten, die sich sonst infolge der Anforderungen der heranreifenden Früchtchen gar nicht geöffnet hätten. Es müssen das im wesentlichen die letzten Knospen in den cymös aufgebauten Halbquirlen gewesen sein, die schon — wie wir annehmen, infolge der vorhergehenden geringen Ernährung — zu weiblichen Blüten bestimmt und nun nicht mehr „umlenkbar“, nur entfaltbar waren¹⁾. Daher die überraschende Zunahme der weiblichen Blüten. Später wurden neue Infloreszenzen gebildet, deren besternährte Blüten zwittrig wurden, zu einer Zeit, wo die Kontrollpflanzen

¹⁾ Der Zeitpunkt, wo die Umlenkbarkeit der Anlage aufhört, könnte natürlich viel früher fallen als jener, wo sich die Unterschiede in der Entwicklung wirklich erkennen lassen.

infolge der Entwicklung der Früchtchen fast nur mehr Zwitterblüten mit verkümmertem Androeceum oder echte weibliche Blüten trugen; so erklärt sich die später hervortretende stärkere und andauernde Bildung zwittriger Blüten. Ein Teil der Zwitterblüten mag auch in den schon vorher vorhandenen Infloreszenzen aus deren jüngsten, noch tiefer beeinflussbaren Anlagen stammen. Eine einmal weiblich bestimmte Knospe wird wohl kaum jemals noch zwittrig gemacht werden können, wie das Verhalten der weiblichen Stöcke lehrt.

Die ganz auffallende Abnahme der Klasse III (Blüten mit lauter kontabeszenten Antheren) infolge des Eingriffs ist gewiß auch auf die bessere Ernährung der einzelnen Knospen zurückzuführen, die wenigstens einen Teil der sonst kontabeszent werdenden Staubgefäße zu normaler Entwicklung gebracht hat. Sie ist wohl ein guter Beweis, vielleicht der beste, dafür, daß diese Klasse III von der Klasse IV, den echten weiblichen Blüten wirklich verschieden ist.

Auch der Ausfall der Versuche, die in diesem Abschnitt geschildert sind, spricht also für das, was wir aus dem Verlauf der Entwicklung unter gewöhnlichen Bedingungen geschlossen haben, für die Abhängigkeit der Ausbildung des Androeceum von der Ernährung: bei guter entstehen die Zwitterblüten, bei schlechter die eingeschlechtigen, hier die weiblichen. Die Änderung der Ernährung kann aber nur vor einem bestimmten — jedenfalls relativ sehr frühen — Zeitpunkt die Blütenanlage echt weiblich oder zwittrig machen, später bloß das Kontabeszentwerden veranlassen oder verhindern, und all' das nur, wenn die Pflanze die Fähigkeit hat, beiderlei Blüten zu bilden, gynomonoecisch ist, nicht weiblich.

Wer Wert darauf legt, wird gewiß imstande sein, eine den Anlagen nach gynomonoecische Pflanze nur weibliche Blüten bilden zu lassen; das umgekehrte Experiment, keine weiblichen Blüten entstehen zu lassen, wird wegen der korrelativen Einflüsse kaum gelingen, solange man alle Knospen zur Entwicklung kommen läßt. Wenn man aber zB. nur die erste Blüte jedes Halbquirls stehen ließe und den Rest frühzeitig genug abschnitte und die Zweigspitzen auch, wäre es kein Kunststück mehr.

Eine andere, recht auffällige Wirkung äußerer Einflüsse zeigte sich beim Ort, wo sich an den *Satureia*-Stöcken die ersten Blüten öffnen. Bei den weiter auseinander stehenden Topfpflanzen geschah das fast ausnahmslos an einem Seitentrieb, selten an Haupt- und Seitentrieb gleichzeitig, bei den dichter stehenden Stöcken der Freilandaussaaten überwiegend am Haupttrieb; nur die an den Rändern der Beete stehenden Pflanzen machten in charakteristischer Weise eine Ausnahme und verhielten sich wie die Topfexemplare.

V. Einige weitere Unterschiede zwischen den zwittrigen und eingeschlechtigen Stöcken.

A. Ist die Blütezeit der zwittrigen und eingeschlechtigen Pflanzen verschieden?

LUDWIG (79, S. 448) hatte bei den meisten gynomonoecischen Arten, deren Stöcke er einer Zählung unterworfen hatte, die relative Anzahl der Weibchen und Zwitter in unverkennbarer Beziehung zur Blütezeit gefunden, „und zwar treten bei den proterandrischen Pflanzen, in deren Blüten sich die Staubgefäße vor den Narben entwickeln — bei denen also die ersten Staubgefäße überflüssig sind, die weiblichen Stöcke zuerst und in größerer Anzahl auf und ihre Zahl nimmt bis gegen Ende der Blütezeit in Vergleich zu den Zwittern ab. Bei *Thymus* fanden sich zuerst 83% Weibchen und 17% Zwitter, während ich zuletzt 40% Weibchen und 60% Zwitter zählte. Bei *Plantago lanceolata*, der einzigen untersuchten proterogynen Art, bei der also die letzten Staubgefäße nutzlos wären, sind umgekehrt zuerst nur Zwitter, dann bis zum Ende der Blütezeit zunehmend Weibchen vorhanden“.

A. SCHULZ konnte dagegen bei seinen ausgedehnten statistischen Untersuchungen (90, S. 172 u. f.) einen solchen Wechsel bei keiner Art konstatieren. WILLIS (93, S. 130), der *Glechoma hederacea* untersuchte, fand zwar zu Anfang die weiblichen Pflanzen zahlreicher vertreten, später aber keine starke Abnahme und zum Schluß wieder eine Tendenz zum Zunehmen, wie folgende kleine Tabelle zeigt; sie gibt die Prozentzahlen der gefundenen Weibchen unter der Gesamtzahl der Pflanzen an.

Tabelle 8 (nach WILLIS).

Woche	1	2	3	4	5	6	7	8
1891	50	16	35,8	28,5	23,4	19,2	28,3	11
1892	57	30,9	25,8	29,2	26,6	nicht fortgesetzt		
1893	37,5	25	16,8	14,3	31,3	31,3	31	20

Alle diese Beobachtungen sind aber im Freien gemacht worden, wohl ohne exakte Trennung der einzelnen Stöcke, und ohne daß auf die etwa eintretende Geschlechtsänderung gynomonoecischer Individuen¹⁾ während der Blütezeit Rücksicht genommen worden wäre, was ja bei dem damaligen Stand der Dinge auch nicht möglich war. Es schien mir deshalb angebracht, auch für diesen Punkt meine Notizen über *Satureia hortensis* zusammenzustellen. Verglichen wurden 389 zwittrige und 104 weibliche Pflanzen, alle als Keimlinge mit gehörigem Abstand in große Töpfe pikiert, von den schon bekannten Versuchen stammend. Eine vollständige Wiedergabe der Beobachtungen bietet Tabelle J im Anhang, hier sei nur das Gesamtergebnis mitgeteilt.

¹⁾ Für *Glechoma* hat schon A. SCHULZ (90, S. 84) die Gynomonoecie nachgewiesen.

Tabelle 9.

Es blühten zum ersten Mal am	Juni		Juli														
	19.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.—21.
Gynomonoecische Pflanzen . . .	1	3	7	13	30	45	88	48	40	28	30	28	12	7	1	5	4
Gynom. Pfl. in %	0,26	0,77	1,83	3,37	5,11	6,22	6,22	12,3	10,3	7,2	7,7	7,2	3,1	1,8	0,26	1,3	1,0
Weibl. Pflanzen	—	—	1	3	15	18	26	11	9	4	5	4	3	1	—	—	—

Für die gynomonoecischen Pflanzen sind die Prozentzahlen berechnet (wie viel Prozent von der Gesamtzahl derartiger Pflanzen an jedem Tag zum ersten Mal blühten); für die weiblichen hielt ich das nicht für nötig, weil ihre Gesamtzahl (104) so wie so kaum von 100 abweicht, die direkt beobachteten Zahlen also auch annähernd als Prozentzahlen gelten können.

Vergleicht man diese Durchschnittszahlen für alle gynomonoecischen und alle weiblichen Stöcke, so findet man, daß sie beide gleichzeitig zu blühen beginnen; wenn bei den weiblichen die Extreme fehlen, so hängt es wohl nur von ihrer geringeren Zahl ab, die etwa ein Viertel der gynomonoecischen beträgt. Bei der Betrachtung der Angaben in Tabelle J im Anhang wird man aber zwischen den einzelnen Versuchen deutliche Unterschiede bemerken. Bei Versuch 9 fällt zB. der Anfang und der Gipfel der Kurve vier bis fünf Tage später als bei Versuch 10, und da die äußeren Bedingungen für alle Versuche die gleichen waren, soweit sich das praktisch ermöglichen läßt, müssen wohl innere, erbliche Differenzen zwischen dem Material für diese einzelnen Versuche existieren — wie wir sie ja (S. 525, 529) auch für andere Punkte vermuten konnten. Es ist deshalb gut möglich, daß an einem Standort die weiblichen Pflanzen wirklich beträchtliche Zeit vor den gynomonoecischen zu blühen anfangen; dann tun sie es aber, weil das in ihnen, als Liniencharakter, liegt, nicht, weil sie weiblich sind.

Wenn man jedoch von *Satureia* auf andere Objekte schließen darf, so sind die oben berührten Angaben wohl dadurch zu erklären, daß man zwar Änderungen in der Zahl der Pflanzen festzustellen meinte, in Wirklichkeit aber Änderungen in der Zahl der beiderlei Blüten bestimmte, weil sich bei den gynomonoecischen Stöcken im Freien dieselben Verschiebungen eingestellt hatten, wie bei meinen Kulturen. LUDWIG'S oben zitierte Angaben für *Thymus* wollen freilich auch dann noch nicht mit dem bei *Satureia* beobachteten stimmen¹⁾. Dagegen sind die ersten von A. SCHULZ (85, S. 184) gemachten damit im Einklang: an einem bestimmten Standort waren zB. im Sommer $\frac{1}{3}$ der Individuen (genauer gesagt, Blütenstände) zwittrig, am

¹⁾ Sie würden einen Verlauf der Kurve der Zwitterblüten verlangen, wie wir ihn bei *Geranium* (S. 526) fanden, oder doch eine fast gleichschenklige Kurve.

16. Oktober $\frac{1}{22}$, am 27. Oktober $\frac{1}{46}$. Auch die zahlreichen Angaben, die A. SCHULZ später gemacht hat (90, S. 172—177), stimmen im wesentlichen dazu; sie zeigen bei den einen Arten eine Zunahme der eingeschlechtlich befundenen Individuen gegen das Ende der Beobachtungszeit, bei den anderen ein Gleichbleiben der Verhältniszahl, das verschiedene Ursachen haben, zB. durch einen zu zeitigen Abschluß der Untersuchungen (oder ein von *Satureia* abweichendes, etwa *Geranium*-ähnliches Verhalten der Art) bedingt sein kann.

B. Die Größe und Blütenzahl der zwittrigen und eingeschlechtigen Stöcke.

DARWIN (77, S. 303) hat seine eine „zwittrige“ Pflanze von *Satureia hortensis* „rather larger“ als die zehn weiblichen gefunden, und meine Wägungen von 161 und 548 Stöcken im Jahre 1903 (04, S. 509, G. A. 17, 400) haben sogar ein auffallend höheres Durchschnittsgewicht für die gynomonoeischen Stöcke gegeben (2,8 g statt 1,5 g); einzelne weibliche können größer sein als alle gerade vorhandenen gynomonoeischen. Ganz so groß wie die zitierten Wägungen ihn angeben, wird der Unterschied in Wirklichkeit nicht sein; ich hatte noch nicht recht auf die durch schlechte Ernährung veranlaßte Änderung des Geschlechts der gynomonoeischen Pflanzen geachtet. Ein Unterschied zugunsten der letzteren wird aber doch wohl vorhanden sein¹). Umgekehrt war zB. bei *Geum intermedium* auch ohne Wägungen ganz deutlich, daß die fast ganz zwittrigen Pflanzen am größten, die (fast) völlig männlichen am schwächsten waren²).

Was die Zahl der Blüten anbetrifft, die eine Pflanze hervorbringt, so hat WILLIS (92, b, S. 351) angegeben, daß bei *Glechoma* die Weibchen durchschnittlich mehr trugen als die zwittrigen Stöcke; einmal fand er im Mittel 2,40 und 2,16, einmal gar 3,15 und 2,16 Blüten pro Stock. Auch aus meinen Zählungen bei *Satureia hortensis* geht ein merklicher Unterschied zugunsten der weiblichen Pflanzen hervor. An den oft erwähnten 390 gynomonoeischen Pflanzen fand ich bei den zehn Revisionen 20 406 Blüten, pro Pflanze also 52,3, an den 104 weiblichen Pflanzen dagegen 7327 Blüten, pro Pflanze also 70,4. Im Anhang sind als Tabelle K die Beobachtungen für die einzelnen Versuche zusammengestellt. Streng genommen steht aber Versuch 7 ganz für sich, die sechs Pflanzen hatten denselben Raum im Topf wie sonst zwölf; ferner ist aus Gründen, auf die ich hier nicht eingehen will, Versuch 5 eigent-

¹) Stets vorhandene und genau entsprechende Unterschiede zwischen zwittrigen und weiblichen Pflanzen gibt z. B. F. LUDWIG (85, S. 108) für *Digitalis ambigua* und *purpurea* an. Dagegen hat A. SCHULZ (90, S. 126) bei *Lycopus* umgekehrt gerade die weiblichen Pflanzen auffallend kräftiger entwickelt gefunden.

²) Schon H. MÜLLER (81, S. 42) hat bei *Veratrum album* beobachtet, daß die schwächsten Pflanzen rein männlich waren, was übrigens SCHULTZ (88, S. 101) bei *V. Lobelianum* nur teilweise zutreffend fand.

lich nur mit Versuch 1 und 3, Versuch 11 dagegen mit Versuch 8 bis 10 und 12 bis 14 zu vergleichen. Aber auch dann sind die Weibchen im Vorteil¹.

Dieser Vorteil steht mit der geringeren Größe der weiblichen Pflanzen nur in scheinbarem Widerspruch (abgesehen davon, daß nicht von denselben Pflanzen Gewicht und Blütezahl bestimmt worden war); ich halte es für wahrscheinlich, daß er nichts ihnen Spezifisches ist, sondern mit dem geringeren Fruchtansatz der weiblichen Pflanzen, auf den wir gleich eingehen werden, zusammenhängt, der ähnlich, wenn auch nicht so drastisch, wirken muß, wie in dem früher geschilderten Versuch das Wegschneiden aller offenen Blüten auf die gynomonoeischen Pflanzen.

Bei *Geum* fand ich dagegen die (fast rein) männlichen Stöcke entschieden armbblütiger als die fast rein zwittrigen²), trotzdem hier die Natur das bei *Satureia* angestellte Experiment, die Fruchtbildung zu verhindern, selbst macht; hier handelt es sich gewiß um einen sekundären Geschlechtscharakter.

C. Die Fruchtbarkeit der gynomonoeischen und weiblichen Stöcke.

Bei *Satureia* fand DARWIN (77, S. 303), nach je einem Exemplar, die weibliche Pflanze doppelt so fruchtbar wie die „zwittrige“, das Gewichtsverhältnis der Früchtchen war 100 zu 43. Meine in viel größerem Maßstabe (mit 89 gynomonoeischen und 236 weiblichen Stöcken) angestellten Zählungen der reifen Früchtchen ergaben umgekehrt, daß die gynomonoeischen Pflanzen durchschnittlich doppelt so viel Früchtchen tragen als die weiblichen (04, S. 509, G. A. 17, 400).

Daß das Zahlenverhältnis der gynomonoeischen Pflanzen, die ja allein den nötigen Pollen liefern können, und der weiblichen auf dem Standort eine sehr wichtige Rolle bei dem Fruchtansatz spielen muß, ist selbstverständlich. Ich habe aber seinerzeit schon hervorgehoben, daß darin meine weiblichen Stöcke vor denen DARWIN's im Vorteil waren; für sie standen doppelt so viel Pollenlieferanten bereit als für jene³). Wenn der Beobachtung DARWIN's nicht bloß ein Zufall zugrunde liegt, erklärt sie sich vielleicht durch eine Neigung zur Selbststerilität bei den gynomonoeischen Pflanzen, die sich dann, wenn nur ein Exemplar vorhanden ist, wie bei dem Versuche

¹) Besonders lehrreich scheint Versuch 11, weil sich hier 3 gynomonoeische und 43 weibliche Geschwisterpflanzen gegenüberstehen; diese haben durchschnittlich 57, jene 36 Blüten, sie sahen aber überhaupt merklich schwächer aus.

²) Aus den Gesamtzahlen der Blüten, die in Tabelle L im Anhang für 18 Pflanzen gegeben werden, geht das nicht hervor, weil besonders bei den stark zwittrigen Pflanzen lange nicht alle Blüten gezählt worden waren.

³) Als Bestäubungsvermittler habe ich außer Hymenopteren auch wiederholt Kohlweißlinge beobachtet, wie schon H. MÜLLER.

DARWIN's, natürlich verraten muß¹⁾). Meine *Satureia*-Sorte ist jedoch zum mindesten nicht ausgesprochen selbststeril; gesäckte Individuen brachten spontan Früchte. Ich habe aber den Grad dieser Fruchtbarkeit noch nicht genauer bestimmt; er kann übrigens ja von Stock zu Stock sehr stark variieren.

DARWIN fand auch bei anderen gynodioecischen Labiaten die weibliche Form fruchtbarer, so bei *Thymus Serpyllum* im Verhältnis 100 : 45, bei *Thymus vulgaris* im Verhältnis 100 : 58. Er wog nur die Gesamtmenge Früchtchen, die eine bestimmte Anzahl Pflanzen beiderlei Art gab; erst ERRERA und GEVAERT (1879, S. 154) haben dann gezeigt, daß die Früchtchen des *Thymus Serpyllum* bei beiderlei Stöcken gleich schwer sind, so daß sich die von DARWIN ermittelten Zahlen tatsächlich auf die Quantität und nicht die Qualität der gebildeten Früchtchen beziehen. A. SCHULZ fand „die gleiche Anzahl Samen der weiblichen Form doch schwerer, allerdings nicht bedeutend, als die der hermaphroditischen“ (88, S. 82), er konnte bei der weiblichen Form außerdem (85, S. 153) durch direkte Zählung wirklich mehr gute Früchtchen feststellen, als bei der zwittrigen; hier waren zwischen 16 und 74%, dort zwischen 40 und 82% tauglich. An der Existenz eines solchen Unterschiedes in der Quantität der gebildeten Samen bei anderen Gynodioecisten als *Satureia* ist also kaum zu zweifeln.

Meiner schon früher geäußerten Meinung nach (04, S. 516, G. A. 17, 406) handelt es sich dabei²⁾ nicht, wie die Ansicht DARWIN's und fast aller Autoren ist, um eine gesteigerte Fruchtbarkeit der weiblichen Pflanzen, sondern um eine herabgesetzte Fruchtbarkeit der „zwittrigen“, die durch eine Umwandlung auf die männliche Geschlechtsform hin, durch eine gewisse Andromonoecie, bei allen Individuen oder doch bei einem Teile derselben, bedingt ist³⁾. Bei *Satureia hortensis*, bei der nur gynomonoecische und weibliche Stöcke vorkommen, ist dann leicht verständlich, daß kein wirklicher Unterschied in der Fruchtbarkeit vorkommt⁴⁾; auch der von mir beobachtete ist gewiß nur zufälliger Natur und beruht auf ungenügender Bestäubung. Bei

¹⁾ Schon SCHULZ (88, S. 82) hat die Folgen der Selbstbestäubung mit herangezogen zur Erklärung der geringeren Fruchtbarkeit der zwittrigen Stöcke von *Thymus Chamaedrys*; sie können aber, sobald mehrere derartige Stöcke am Standort vorhanden sind, keine große Rolle mehr spielen.

²⁾ Soweit nicht Selbststerilität der zwittrigen Stöcke in Frage kommt.

³⁾ Selbstverständlich muß die Änderung erheblich sein, eine „Mutation“, wie man jetzt sagt; die herabgesetzte Fruchtbarkeit, die für die Erhaltung der neuen Geschlechtsform schädlich sein muß, wird aufgewogen sein durch die größere Vererbungskraft der auch in den männlichen Keimzellen vorhandenen, neuen Anlagen gegenüber denen in den Keimzellen der zwittrigen und auch in denen der weiblichen Stöcke (06, S. 473, G. A. 25, 511).

⁴⁾ Ebenso fand A. SCHULZ (90, S. 54) bei den Alsineen in den Kapseln der weiblichen Blüten weder mehr noch schwerere Samenkörner als in jenen der Zwitterblüten; männliche Blüten sind hier nur für *Honkenya peploides* bekannt, während Gynomonoecie und Gynodioecie ja sehr häufig sind.

Thymus dagegen, wo nach den Angaben DELPINOS (67) und OGLES (70, S. 54) neben den weiblichen, den gynomonoecischen (wohl auch rein zwittrigen) und den andromonoecischen sogar rein männliche Exemplare vorkommen, ist dann die geringere Fruchtbildung eines Teiles der nicht weiblichen Exemplare (und auch die Abstufung in der Fruchtbarkeit) selbstverständlich.

Soviel ich sehe, hat nur A. SCHULZ (88, S. 82) an diese Erklärungsweise gedacht: „Es ist möglich, daß dieses Verhältnis auf die Ausbildung einer männlichen Form, wie sie DELPINO und OGLE schon ausgebildet fanden, hinweist, indem sich dieselbe zuerst nicht in einer morphologischen, sondern einer physiologischen Verkümmerng des Stempels kundgibt“.

Das von SCHULZ festgestellte etwas geringere Durchschnittsgewicht der Früchtchen, die auf den „zwittrigen“ Stöcken gereift waren, mag auf dieselbe Ursache zurückführbar sein, indem die Eizellen der andromonoecischen Pflanzen teilweise nicht ganz so tauglich und die Embryonen dann nicht so kräftig ausgefallen sein können¹). Es ist aber auch vielleicht möglich, daß nicht alle gewogenen Nüßchen darauf geprüft wurden, ob sie nicht taub seien; eine relativ größere Zahl tauber bei den „zwittrigen“ Stöcken würde nicht wundernehmen.

D. Die Größe der Hülle bei zwittrigen und eingeschlechtigen Blüten.

Es wurde schon von MOHL (63, S. 326) hervorgehoben und ist nun allbekannt, daß bei den Gynodioecisten die Blumenkronen der weiblichen Stöcke kleiner zu sein pflegen als die der zwittrigen²). Auch bei *Satureia hortensis* ist das der Fall, doch ist ihre Größe überhaupt sehr variabel. Ich konnte zwar nicht großblumige und kleinblumige Sippen unterscheiden, wie etwa bei *Silene dichotoma* und besonders bei *Silene orientalis*, wo die Pflanzen mit den größten Blüten zwittrig, die mit den kleinsten weiblich waren, wo es aber weibliche Pflanzen mit Blüten gab, die alle viel größer waren als die gewisser ganz zwittriger Individuen³); es war bei *Satureia* nur an derselben Pflanze die Blütengröße starken Schwankungen unterworfen⁴).

¹) Ich weise darauf hin, daß nach meinen Beobachtungen an *Mirabilis* (1901, S. 432, G. A. 5, 51) die Früchte, die durch Bestäubung mit vielen Pollenkörnern entstanden waren, mehr wogen als jene, zu deren Erzeugung nur ein Korn verwendet worden war; es beweist das eine Konkurrenz der Pollenkörner untereinander, und daß (bei deren Ausschluß) das schwächere Pollenkorn eine schwächere Frucht gibt. Ähnlich könnte eine etwas geschwächte Eizelle einen leichteren Embryo geben.

²) VAUCHER'S Histoire physiologique des plantes d'Europe, die im III. Band auch derartige Angaben enthält, konnte ich nicht vergleichen.

³) Ähnliche Unterschiede in der Blütengröße verschiedener Individuen, unabhängig von den Geschlechtsverhältnissen, sind bei Sileneen und Alsineen längst bekannt (SCHULZ, 90, S. 35, 52).

⁴) Für *Thymus* hat A. SCHULZ solche Schwankungen schon 1885 (S. 153) messend verfolgt; er fand z. B. für die Breite der Blüte bei den ♂Pflanzen 2,5 bis 5,8 mm, bei den ♀ 2 bis 4,3 mm.

Sehr auffällig ist der Unterschied zwischen den zwittrigen und weiblichen Blüten der gynomonoecischen Stöcke, wenn man die Extreme vergleicht, doch gibt es auch hier stets zwittrige Blüten, die kaum größere Kronen besitzen als eine weibliche Blüte. Solche Schwankungen in der Blütengröße sind aber auch bei den rein weiblichen Stöcken vorhanden, und zwar in noch weiteren Grenzen; die kleinsten Blüten sind hier so groß wie die kleinsten weiblichen an den gynomonoecischen Stöcken, die größten zuweilen fast so groß wie die größten zwittrigen. Es sind das dann jene Blüten, die ihrer Stellung nach an den gynomonoecischen Stöcken sicher zwittrig und besonders großhüllig gewesen wären.

Mit der Stellung an der Pflanze ist einer der Faktoren bezeichnet, der die Größe der Kronen bestimmt, und der im wesentlichen auf Ernährungseinflüsse hinausläuft. Ihm gegenüber tritt, wenigstens bei *Satureia*, die Gesamternährung stark zurück. Die früher (S. 532) erwähnten Kümmerlinge hatten nicht auffällig kleinere Blüten. Ein dritter, wichtiger Faktor ist aber wohl das Fehlschlagen des Androeceum, das auf korrelativem Wege eine Verkleinerung der Krone bedingt. Wenn seine Wirkung auch nicht absolut die größte ist, bedingt es allein doch die Differenz, die nach ihrer Stellung gleichwertige Blüten gleich gut genährter gynomonoecischer und weiblicher Pflanzen immer noch zeigen. Schon DARWIN (77, S. 308) hielt für wahrscheinlich, „daß eine Tendenz zum Verkümmern von den Staubgefäßen auf die Blumenblätter übergehe.“ Lehrreich dafür scheinen mir die Mittelbildungen zwischen zwittrigen und weiblichen Blüten, mit teils untauglichen, teils tauglichen Antheren, bei manchen choripetalen Gynodioecisten. In sehr hübscher Weise sieht man den Zusammenhang bei *Geranium pratense*. Hier sind, wenigstens bei den von mir kultivierten Exemplaren, die Blüten der zwittrigen Pflanzen durchschnittlich 40 mm breit, die rein weiblichen Blüten der stark gynomonoecischen Pflanzen — stets ganz rein weibliche habe ich noch nicht gefunden — etwa 30 mm. Bei den zahlreichen vermittelnden Blüten, die 1 bis 9 taugliche Staubgefäße, und die untauglichen in verschiedenen Stadien der Rückbildung, enthielten, war oft äußerst deutlich, wie die Blumenblätter unter und bei den tauglichen Staubgefäßen viel größer waren als jene unter und bei den untauglichen.

Fig. 4 (S. 545) zeigt das an 8 Blüten, die von drei verschiedenen Stöcken stammen, deutlich; die Blumenblätter sind nach Lichtpausen auf photographischem Papier genau kopiert, die zugehörigen Staubgefäße — taugliche weiß, untaugliche punktiert bis schwarz, je nach dem Grade der Reduktion — nach Skizzen an den zugehörigen Stellen, wie bei einem Diagramm, eingetragen.

Ähnlich wie *Geranium pratense* verhielt sich auch *G. silvaticum* in meinen gynomonoecischen Exemplaren.

Damit scheint mir der Beweis für den Zusammenhang zwischen dem Abortieren der Staubgefäße und der Reduktion der Krone wirklich erbracht; daß jenes das primäre, dieses das sekundäre ist, kann kaum in Zweifel gezogen werden. Höchstens wäre an eine Abhängigkeit beider Vorgänge von derselben Ursache zu denken¹⁾.

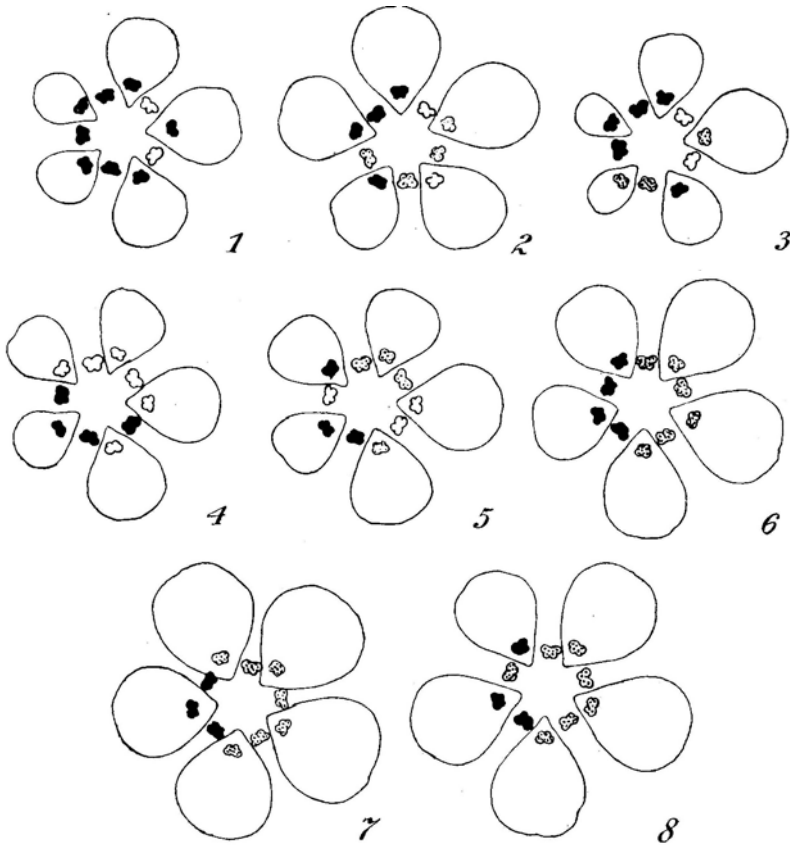


Fig. 4. *Geranium pratense*. Blüten dreier gynodioecischer Stöcke, den Zusammenhang der Ausbildung der Blumenblätter mit dem Fehlschlagen der Antheren zeigend.

Doch verhalten sich hierin nicht alle Gynodioecisten gleich. Bei den *Silenen* zB., die ich untersucht habe, läßt sich die Korrelation nur zwischen dem Androeceum und der Krone als Ganzem nachweisen, nicht zwischen den einzelnen Staubgefäßen und Blumenblättern, wenigstens nicht ohne

¹⁾ Auf den ersten Blick spricht die Tatsache, daß bei den Bastarden mit sterilen Staubgefäßen die Kronen mindestens nicht kleiner als bei den Eltern zu sein pflegen, dagegen, daß die Reduktion der Staubgefäße das primäre sei. Bei einer näheren Überlegung wird man sich aber überzeugen, daß bei den Bastarden doch noch ganz andere Verhältnisse vorliegen können.

genaue Messungen, über die ich zurzeit nicht verfüge, und dasselbe ist bei sympetalen Gynodioecisten der Fall. WILLIS gibt für *Origanum* eine mittlere Größe der Blütenhülle bei Blüten mit nur teilweise verkümmerten Staubgefäßen an, und so wird sich auch *Satureia* verhalten, obschon die so wie so vorhandenen Schwankungen in der Größe das mehr oder weniger verdecken müssen.

Wenn eine Korrelation zwischen der Ausbildung des Androeceum und der Krone deren Größenmaß bestimmt, so wird es auch leicht verständlich, warum, wie MOHL (63, S. 326) auch schon wußte und jetzt allgemein bekannt ist, die Krone der männlichen Blüten bei Andromonoecisten und Androdioecisten ebenso groß oder doch nur unbedeutend kleiner ist als die der Zwitterblüten¹⁾, ebenso warum, wie bereits SPRENGEL gelegentlich der Besprechung von *Valeriana dioica* hervorhob, die männlichen Blüten der Monoecisten und Dioecisten größere Hüllen haben als die weiblichen Blüten. Einzelne Ausnahmen, von denen *Akebia quinata* die bekannteste ist, werden sich wohl irgend wie erklären lassen (vgl. zB. LUDWIG, 85, b, S. 232).

Anhangsweise mag hier erwähnt sein, daß ich bei gynomonoeischen und weiblichen Kümmerlingen von *Satureia* relativ häufig Pelorien fand, stets Endblüten von radiärem, seltener bilateralem Bau²⁾, und ebenso bei gynomonoeischen und weiblichen Pflanzen die Umwandlung einzelner Staubblätter in Blumenblätter; bei den zwittrigen Pflanzen eher häufiger als bei den weiblichen. Jedenfalls ist bei *Satureia* keine besondere Neigung der weiblichen Pflanzen zur Füllung nachweisbar, wie sie LUDWIG (79, S. 448) für die Gynodioecisten angenommen hat. Die Umwandlung aller Staubgefäße in Blumenblätter muß natürlich die betreffende Pflanze weiblich machen, wie es zB. bei *Knautia arvensis* oft vorkommt. Einer solchen vollkommen gefüllt blühenden Pflanze kann man aber nicht mehr ansehen, ob erst die Rudimente der Staubgefäße oder schon die tauglichen Staubgefäße petaloid wurden. Bei teilweiser Füllung, wie sie bei *Satureia* vorkommt, ist jedoch eine Entscheidung möglich, und hier fällt sie zugunsten der gegenseitigen Unabhängigkeit von Füllung und Gynodioecie aus, da wir sahen, daß die weiblichen Pflanzen anscheinend nicht einmal häufiger, geschweige denn ausschließlich Füllungserscheinungen zeigen. In anderen Fällen mögen die Vererbungserscheinungen Aufschluß geben können³⁾; Versuche mit

¹⁾ Man könnte auch hier wie anderswo nach einer Vergrößerung der Blütenhülle durch Kompensation suchen.

²⁾ An den gut ernährten Pflanzen sah ich nicht eine. Gewöhnlich nimmt man aber mit PEYRITSCH an, daß besonders gute Ernährung der ganzen Pflanze die Pelorienbildung begünstige.

³⁾ Wenig wahrscheinlich wäre es z. B., daß die gefüllte Form der *Knautia arvensis* aus der weiblichen hervorgegangen sei, wenn die einfach blühenden Pflanzen, die unter der sonst gefüllt blühenden Nachkommenschaft (06, S. 471, G. A. 25, 509) gewiß vorhanden sein werden, zwittrig und nicht weiblich wären.

gefüllter *Knautia arvensis* und *Plantago lanceolata* sind schon im Gang. — Auch eine statistische Untersuchung könnte über diese Frage etwas Licht verbreiten; sie müßte zeigen, ob Füllung durch Umwandlung der Staubgefäße bei den Gattungen und Familien, die zur Gynodioecie neigen, wirklich häufiger ist, als bei den übrigen. Ihr Ausfall scheint mir nicht sicher voraus-sagbar, eher negativ zu sein.

Daß die Blüten der weiblichen Stöcke der Gynodioecisten anders gefärbt wären als die der zwittrigen, habe ich nicht beobachten können, auch bei *Knautia arvensis* nicht, für die GÜNTHART (04, S. 209) speziell angibt, die Blüten der zwittrigen Stöcke seien anfangs rotviolett, die der weiblichen besäßen meist schon von Anfang den bläulichen Farbenton. Ich finde, je nach der Herkunft der Sippe, die Blütenfarbe zwischen (violettlich)-rosa und lila schwankend, aber unabhängig vom Geschlecht der Stöcke. Daß dieser Unterschied erblich ist, habe ich festgestellt. Wo mit dem Altern der Blüten eine Umfärbung der Krone eintritt, ist es leicht verständlich, daß die rascher reifenden weiblichen Blüten (S. 529) die definitive Färbung rascher annehmen als die zwittrigen.

Bei der, wie ich hoffe, genügend durchsichtigen Gliederung dieser Arbeit halte ich es nicht für nötig, zum Schlusse nochmals alle Ergebnisse hierher zu setzen, sondern will nur hervorheben, daß für unser Hauptproblem, die Wirkung „äußerer“ Einflüsse im weitesten Sinne auf die Blütenbildung polygamer Blütenpflanzen, die Untersuchungen das Resultat ergeben haben, das ich schon in meiner ersten Mitteilung über die Gynodioecie (04, G. A. 17) angedeutet hatte: Unempfindlichkeit der eingeschlechtlich (bei *Satureia* weiblich) gewordenen Geschlechtsform, Beeinflußbarkeit der \pm zwittrigen Form in dem Sinne, daß der Anlage nach zwittrige Blüten eingeschlechtlich (weiblich) werden können. Dabei bewirkt schlechte Ernährung die Ausbildung der eingeschlechtigen Blüten.

Es zeigt sich das einmal bei der Entwicklung unter den normalen, d. h. den Durchschnittsbedingungen der Freilandkultur dadurch, daß die ersten und letzten, nach Stellung und Anlagezeit benachteiligten Blüten eingeschlechtlich werden, dann bei Eingriffen von außen: Schlechte Versorgung vom Substrat aus und abgeschwächte Beleuchtung bewirken die Umbildung der Zwitterblüte zur eingeschlechtigen, Verhinderung der Fruchtbildung die Ausbildung von Anlagen, die sonst zu weiblichen hätten werden müssen, zu Zwitterblüten. Ob aber mehr die ersten (*Geranium*) oder mehr die letzten (*Satureia*) Blüten eingeschlechtlich werden, hängt von erblichen Verschiedenheiten ab, durch die die Ernährung das eine Mal so, das andere Mal so gelenkt wird.

Die mehr oder weniger zwittrigen Stöcke der untersuchten polygamen Pflanzen verhalten sich also ähnlich wie die fakultativ kleistogamen nach den Versuchen von VÖCHTING (93) und GOEBEL (04).

Der Unterschied zwischen der gynomonoeischen, plastischen Form und der weiblichen, starren unserer *Satureia* ist um so auffälliger, als sich, wie ich nachgewiesen habe, die beiden Formen hinsichtlich der Vererbungstreue ziemlich gleich verhalten: Beide bringen nicht ganz rein sich selbst, sondern auch noch die andere Form hervor, in einem geringen, wohl als „Linien“-Charakter schwankenden Prozentsatz.

Daß ich nicht mit BURCK in den gynomonoeischen und andromonoeischen Pflanzen Zwischenrassen im Sinne der Mutationstheorie sehen kann, habe ich schon hervorgehoben. Zu der bereits früher (S. 516) betonten, für mich unannehmbaren Konsequenz kommt, daß auch die Tatsachen selbst nicht dazu stimmen. Nach DE VRIES (Mutationstheorie. Bd. I, S. 635) entfaltet sich die semilattente Anlage unter den günstigeren Ernährungsbedingungen, auch wenn sie auf eine Reduktion zurückzuführen ist. Danach müßten bei der gynomonoeischen *Satureia* die weiblichen Blüten an den Stellen bester Ernährung stehen (was BURCK ja auch wirklich behauptet hat), und nicht umgekehrt die zwittrigen Blüten. Die Anlage für die Zwitterblüten kann hier nicht semilattent sein, sonst könnte doch nicht die ganze Nachkommenschaft fast ausschließlich wieder aus mehr oder weniger zwittrigen Pflanzen bestehen, abgesehen davon, daß unter normalen Entwicklungsbedingungen die Zwitterblüten numerisch überwiegen. Bei *Geum* müßte man annehmen, daß bei den ganz überwiegend zwittrigen Stöcken die Anlage für die männlichen Blüten, bei den ganz überwiegend männlichen Stöcken die Anlage für die Zwitterblüten semilattent sei. Dann müßten aber die männlichen Blüten bei den fast ganz zwittrigen Pflanzen da in der Infloreszenz stehen, wo bei den fast ganz männlichen Pflanzen die zwittrigen Blüten stehen; sie müßten ihre Plätze getauscht haben. Daß das durchaus nicht der Fall ist, haben wir gesehen (S. 527); im Prinzip ist die Stellung stets die gleiche. Eine weitere Besprechung der Ansichten von DE VRIES liegt nicht in meiner Absicht, es soll nur gezeigt werden, weshalb sie jedenfalls hier nicht anwendbar sind.

Tabellarischer Anhang.

I. *Satureia hortensis*.

Tabelle A. Gesamtzahl der gezählten Blüten (S. 516).

Datum d. Zählg.	29. 6.—9. 7.	10. 7.	17. 7.	24. 7.	31. 7.	7. 8.	14. 8.	21. 8.	28. 8.	4. 9.
Blüten der gynomon. Pflanzen	446	518	674	2456	3293	2650	2687	2037	1971	3674
in Prozent . . .	2,2	2,5	3,3	12,0	16,1	13,0	13,2	10,0	9,7	18,0
Blüten der weiblichen Pflanze	115	163	217	875	1609	777	909	838	669	1155
in Prozent . . .	1,6	2,2	3,0	11,9	22,0	10,6	12,4	11,4	9,1	15,8

Tabelle B. Die Zahlen der vier Blütenklassen (I bis IV) der gynomonoeischen Stöcke bei den zehn Revisionen, für alle zehn Versuche zusammen (S. 524).

Datum der Zählung	Gesamtzahl der Blüten	I rein zwittrig	II zwittrig, ± kontabeszent	III zwittrig, ganz kontabeszent	IV echt weiblich	I in %	II in %	III in %	IV in %
29. 6.—9. 7.	446	347	95	—	4	78	21	—	0,9
10. 7.	518	424	82	12	—	82	16	2,3	—
17. 7.	674	612	40	17	5	90,9	5,9	1,2	0,7
24. 7.	2456	2230	70	31	125	90,8	2,9	1,3	5,1
31. 7.	3293	3118	58	44	72	94,7	1,8	1,3	2,2
7. 8.	2650	2209	146	115	180	83,4	5,5	4,3	6,8
14. 8.	2687	2002	126	162	397	74,5	4,7	6,0	14,8
21. 8.	2037	965	106	251	715	47,4	5,2	12,3	35,1
28. 8.	1971	349	177	794	651	17,7	9,0	40,3	33,0
4. 9.	3674	22	13	486	3153	0,6	0,4	13,2	85,8
zusammen:	20406	12278	913	1912	5303	100	100	100	100
in %:	100	60,2	4,7	9,3	25,9				

Tabelle C. Zahlen der rein zwittrigen Blüten (Prozentzahlen) bei den zehn Revisionen der gynomonoeischen Stöcke, für die neun Versuche getrennt (S. 525).¹⁾

Revision	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Versuch (06, S. 462 u. 463, G. A. 25, 501 u. 502)	1	90	94	96	97	96	88	80	41	12	—
	3	77	79	92	94	98	82	74	34	8,6	0,4
	4	52	80	92	98	98	90	70	50	15	0,3
	8	48	83	90	85	87,5	72	75	55	27	1,8
	9	90	79	92	94	90	74	71	47	18	0,3
	10	85	86	80	67	89	78	69	50	26	0,7
	12	81	79	93	93	96	87	76	50	18	0,5
13	85	79	90	86	96	90	83	55	17	—	
14	76	78	87	93	96	79	72	55	31	2,5	
zus.inkl. Vers. 11	78	82	90,9	90,8	94,7	83,4	74,5	47,4	17,7	0,6	

Tabelle D. Zahlen der zwittrigen Blüten mit teilweise fehlgeschlagenen Staubgefäßen (Prozentzahlen) bei den zehn Revisionen der gynomonoeischen Stöcke, für die neun Versuche getrennt (S. 525).

Revision	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Versuch (06, S. 462 u. 463, G. A. 25, 501 u. 502)	1	9,6	4,8	—	1,9	1	1	4	4	6,3	0,5
	3	21	21	4,3	1	0,6	4,4	4	4,7	5	0,1
	4	48	20	8	2	—	0,3	7,3	3,3	4,6	—
	8	45	17	8,8	4,7	6,6	14	2,9	5	11	0,9
	9	9,8	18	4,8	0,7	5,1	9,8	3,5	7,2	17	0,7
	10	15	12	11	4,2	1,4	6,6	6,4	6,4	12	0,3
	12	19	20	3,5	3,7	0,8	5,6	6,8	5,3	6,5	—
13	15	8,5	7,5	5,8	0,6	3,6	2,6	5,8	12	—	
14	24	17	10	29	2	15	6,4	5	9,2	1,3	
zusamm. inkl. Vers. 11	21	16	5,9	2,9	1,8	5,5	4,7	5,2	9,0	0,4	

¹⁾ Die drei gynomonoeischen Pflanzen, die bei Versuch 11 neben 33 weiblichen auftraten, sind hier und bei den drei folgenden Tabellen weggelassen.

Tabelle E. Zahlen der zwittrigen Blüten mit lauter kontabeszenten Staubgefäßen (Prozentzahlen bei den zehn Revisionen der gynomonoeischen Stöcke, für die neun Versuche getrennt (S. 525).

Revision	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Versuch (06, S. 462 u. S. 463, G. A. 25, 501 u. 502)	1	—	1,6	1	0,6	1	2	7	24	55	9,5
	3	—	—	3,3	1,5	0,7	6,8	7,1	9,1	33	3,8
	4	—	—	—	—	0,6	2,9	10	14	50	10
	8	—	—	—	3,9	1,7	4,6	3,3	4	34	28
	9	—	3,6	3,6	1,6	3,4	5,2	3,5	15	36	29
	10	—	2	9	1,8	1,1	3,5	4,3	0,98	29	11
	12	—	12	3,5	—	0,5	5,3	5,1	16	43	4,7
	13	—	12	2,5	1,3	1,7	3,6	5,3	11	49	2,6
14	—	5	2,3	0,4	1,6	4,2	6,8	8	31	23	
zusamm. inkl. Vers. 11	—	2,3	1,2	1,3	1,3	4,3	6,0	12,3	40,3	13,2	

Tabelle F. Zahl der echten weiblichen Blüten (Prozentzahlen) bei den zehn Revisionen der gynomonoeischen Stöcke, für die neun Versuche getrennt (S. 525).

Revision	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Versuch (06, S. 462 u. 463, G. A. 25, 501 u. 502)	1	—	—	3	0,6	1	7,9	9	31	27	90
	3	1,4	—	—	3,0	0,9	6,4	15	52	53	96
	4	—	—	—	—	1,2	6,8	12,5	33	30	90
	8	7	—	1	6,5	4,2	9,3	27	36	28	68
	9	—	—	—	3,9	1,4	11	23	31	28	70
	10	—	—	—	27	8,7	12	21	34	33	88
	12	—	—	—	3	2,4	2,6	12	28	32	95
	13	—	—	—	7,2	2	3,2	9,4	28	22	74
14	—	—	—	4	0,6	2,4	15	32	29	73	
zusamm. inkl. Vers. 11	0,9	—	0,7	5,1	2,2	6,8	14,8	35,1	33	85,8	

Tabelle G. Zahlen der vier Blütenklassen bei vier Pflanzen, denen die offenen Blüten täglich genommen wurden (S. 534 u. Fig. 3).

	Gesamtzahl der Blüten	I	II	III	IV	I	II, III u. IV	III, IV	IV
		zwittrig	zwittrig, Staubgefäße \pm kontabeszent	zwittrig, Staubgefäße ganz kontabeszent	weiblich	in %	in %	in %	in %
							Kurve c	Kurve d	
22. 7.—24. 7.	69	68	—	—	1	98,6	1,4	1,4	1,4
25. 7.—27. 7.	96	96	—	—	—	100	—	—	—
28. 7.—30. 7.	93	86	6	1	—	92,5	7,5	1,1	—
31. 7.—2. 8.	145	126	5	—	14	85,7	14,3	9,6	9,6
3. 4., 6. 8.	161	133	11	—	17	82,6	17,4	10,6	10,6
7. 8.—9. 8.	151	97	9	—	45	64,2	35,8	29,8	29,8
10. 8.—12. 8.	208	141	16	2	49	68,1	31,9	24,5	23,6
13. 8.—15. 8.	263	169	16	—	78	64,3	35,7	29,7	29,7
16. 8.—18. 8.	181	127	14	1	39	70,2	29,8	22,1	21,6
19. 8.—21. 8.	211	129	13	1	68	61,1	38,9	32,7	32,2
22. 8.—24. 8.	318	174	29	2	113	54,7	45,3	36,2	35,5
25. 8.—27. 8.	118	56	9	4	49	47,5	52,5	44,9	41,5
	2014	1402	128	11	473				

Tabelle G (Fortsetzung).

	Gesamtzahl der Blüten	I	II	III	IV.	I	II, III u. IV	III, IV	IV
		zwittrig	zwittrig, Staubgefäße ± kontakbeszent	zwittrig, Staubgefäße ganz kontakbeszent	weiblich	in %	in %	in %	in %
						Kurve c		Kurve d	
Übertrag:	2014	1402	128	11	473				
28. 8.—30. 8.	133	48	14	—	71	36,1	63,9	53,4	53,4
31. 8.—2. 9.	183	50	24	2	107	27,3	72,7	59,6	58,5
3. 9.—5. 9.	163	33	7	1	122	20,4	79,6	75,5	74,8
6. 9.—8. 9.	166	29	9	1	127	17,5	82,5	77,1	76,5
9. 9.—11. 9.	208	21	8	—	179	11,7	88,3	86,1	86,1
	2867	1583	190	15	1079	55,2	44,8 II allein 6,6	38,2 III allein 0,6	37,6

Tabelle H. Zahlen der vier Blütenklassen bei vier Kontrollpflanzen (S. 534 u. Fig. 3).

	Gesamtzahl der Blüten	I	II	III	IV	I	II, III u. IV	III u. IV	IV
		zwittrig	zwittrig, Staubgefäße ± verkümmert	zwittrig, Staubgefäße alle kontakbeszent	weiblich	in %	in %	in %	in %
						Kurve a		Kurve b	
22. 7.—24. 7.	63	55	4	—	4	87,3	12,6	6,3	6,3
25. 7.—27. 7.	111	105	5	—	1	94,6	5,4	0,9	0,9
28. 7.—30. 7.	99	93	2	2	2	93,9	6,1	4,0	2,0
31. 7.—2. 8.	140	132	1	4	3	94,3	5,7	5,0	2,1
3. 4., 6. 8.	128	114	4	1	9	89,1	9,9	7,8	7,0
7. 8.—9. 8.	120	101	7	—	12	84,2	15,8	10,0	10,0
10. 8.—12. 8.	125	85	8	9	23	68,0	32,0	25,6	18,0
13. 8.—15. 8.	142	121	1	1	19	85,2	14,8	14,1	13
16. 8.—18. 8.	89	76	1	1	11	85,4	14,6	13,5	12
19. 8.—21. 8.	114	93	2	2	17	81,6	18,4	16,7	15
22. 8.—24. 8.	54	30	4	4	16	55,5	44,5	37,0	30
25. 8.—27. 8.	45	16	6	7	16	35,6	64,4	51,0	36
28. 8.—30. 8.	74	10	11	39	14	13,5	86,5	71,6	19
31. 8.—2. 9.	51	2	1	28	20	3,9	96,1	94,1	39
3. 9.—5. 9.	79	2	1	19	57	2,5	97,5	96,2	72
6. 9.—8. 9.	49	—	—	1	48	—	—	100,0	98
9. 9.—11. 9.	54	—	—	1	53	—	—	100,0	98
	1536	1035	58	110	334	67,4	71,1 II allein 3,7	28,9 III allein 7,2	21,7

Tabelle J. Zahl der Stöcke, die an einem bestimmten Tage ihre ersten Blüten öffneten (S. 539).

Nummer d. Versuchs (06. S. 402 u. 463, G. A. 25, 501 u. 502)	Zahl der Pflanzen	Juni		Juli														
		29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.—21.
Gynom. Pflanz.																		
1	66	—	—	—	1	4	10	21	4	9	2	6	6	—	1	—	1	1
3	64	—	—	—	—	1	3	14	14	11	7	3	7	1	2	—	—	1
	130	—	—	—	1	5	13	35	18	20	9	9	13	1	3	—	1	2

Tabelle J (Fortsetzung).

Nummer d. Versuchs (06, S. 462 u. 463, G.A. 25, 501 u. 502)	Zahl der Pflanzen	Juni		Juli																
		29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	21.	
Übertrag:	130	—	—	—	1	5	13	35	18	20	9	9	13	1	3	—	1	2		
4	35	—	—	—	—	1	6	7	7	3	1	2	4	3	1	—	—	—		
8	36	1	1	1	4	4	3	5	4	1	2	2	1	1	2	1	2	1		
9	37	—	1	2	5	3	6	6	5	4	4	1	—	—	—	—	—	—		
10	36	—	—	—	—	—	1	6	4	4	4	5	7	2	1	—	1	1		
11	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—		
12	38	—	—	1	2	8	6	11	2	1	2	4	1	—	—	—	—	—		
13	38	—	—	—	—	2	7	10	6	2	4	6	1	—	—	—	—	—		
14	36	—	1	3	1	7	3	8	2	4	2	—	1	4	—	—	—	—		
zusammen	389	1	3	7	13	30	45	88	48	40	28	30	28	12	7	1	4	4		
in Prozent		0,26	0,77	1,8	3,3	7,7	11,6	22,6	12,3	10,3	7,2	7,7	7,2	3,1	1,8	0,26	1,0	1,0		
weibl. Pflanzen																				
5	65	—	—	1	—	11	15	15	9	4	2	1	4	1	—	—	—	—		
7	6	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—		
11	33	—	—	—	—	4	2	11	2	5	2	3	2	1	1	—	—	—		
zusammen	104	—	—	1	3	15	18	26	11	9	4	5	6	3	1	—	—	—		

Tabelle K. Durchschnittliche Zahl der Blüten pro Stock bei den gynomonoeischen und weiblichen Pflanzen (S. 540).

Nummer des Versuchs (06, S. 462 u. 463, G.A. 25, 501 u. 502)	Zahl der Stöcke	Zahl der Blüten	pro Pflanze
Gynomonoeische Stöcke:			
1	67	3074	46
3	64	3625	57
4	35	1962	56
8	36	1862	52
9	37	1918	52
10	36	1757	49
11	3	108	36
12	38	2131	56
13	38	2005	53
14	36	1927	54
zusammen	390	20406	52,3
Weibliche Stöcke:			
5	65	4679	72
7	6	760	127
11	33	1888	57
zusammen	104	7327	70,4

II. *Geum intermedium*.Tabelle L. Zahl der zwittrigen, teilweise und ganz männlichen Blüten an 18 Stöcken¹⁾ (S. 515).

Nummer der Pflanze	Gesamtzahl	zwittrig	zwittrig. Gynéc. ± reduc.	männlich	zwittrig in %	zwittrig, Gynéc. ± reduc. in %	männlich in %
1	64	—	1	63	—	2	98
2	36	—	1	35	—	3	97
3	67	2	2	63	3	3	94
4	54	2	1	51	4	2	94
5	73	1	9	63	1	12	86
6	14	1	1	12	7	7	86
7	33	4	2	27	12	6	82
8	169	25	19	125	15	12	74
9	194	24	29	141	12	15	73
10	130	28	11	91	22	8	70
11	77	30	1	46	39	1	60
12	94	37	8	49	40	8	52
13	59	44	2	13	75	3	22
14	76	59	2	15	78	3	20
15	60	40	11	9	67	18	15
16	88	71	5	12	80	6	14
17	67	57	2	8	85	3	12
18	130	110	8	12	85	6	9

Literatur-Verzeichnis.

- BREITENBACH, W., 1884, Einige neue Fälle von Blumen-Polymorphismus. Kosmos, Bd. II des VIII. Jahrg. S. 206.
- BURCK, W., 1905, Die Mutation als Ursache der Kleistogamie. Extrait du Recueil des Travaux botaniques Néerlandais. Vol. 1, 2.
- 1906, On plants which in the natural state have the character of eversporting varieties in the sense of the mutation theory. Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam, Proceed., April 27, 1906.
- CORRENS, C., 1900, Über den Einfluß, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörper auf die Nachkommenschaft hat. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XVIII, S. 422, G. A. 5, 42.
- 1904, Experimentelle Untersuchungen über die Gynodioecie. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XXII, S. 506, G. A. 17, 397.
- 1905a, Einige Bastardierungsversuche mit anomalen Sippen und ihre allgemeinen Ergebnisse. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XLI, S. 458, G. A. 20, 430.
- 1905b, Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XXIII, S. 452, G. A. 21, 453.
- 1906a, Ein Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluvialis*. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XXIV, S. 162, G. A. 23, 484.
- 1906b, Die Vererbung der Geschlechtsformen bei den gynodioecischen Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XXIV, S. 459, G. A. 25, 498.
- DARWIN, CH., 1877, The different Forms of Flowers. London.

¹⁾ Es sind, besonders bei den Pflanzen 13 bis 18, nicht alle Blüten gezählt worden; bei den untersuchten wurde aber keine bestimmte Wahl getroffen.

- DELPINO, F., 1867, Sull'opera „la distribuzione dei sessi nelle piante“ del prof. Hildebrand. Milano.
- DÜSING, C., 1884, Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen. Jena.
- ERRERA, L. et GEVAERT, G., 1878, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs etc. Bull. Soc. roy. de botan. Belgique, t. XVII, S. 38 u. f.
- GAERTNER, C. F., 1844, Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der vollkommeneren Gewächse usw. Stuttgart.
- GOEBEL, K., 1904, Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien. Biol. Centralbl. Bd. XXIV, S. 673, 737, 769.
- GÜNTHART, A., 1904, Blütenbiologische Untersuchungen. No. 2. Beiträge zur Blütenbiologie der Dipsaceen. Flora, Bd. 93, S. 199.
- LUDWIG, F., 1879, Über die Blütenformen von *Plantago lanceolata* L. und die Erscheinung der Gynodioecie. Zeitschr. f. d. Ges. Naturw. III. Folge, Bd. IV, S. 441.
- 1885a, Die Gynodioecie von *Digitalis ambigua* Murr. und *Digitalis purpurea* L. Kosmos, Bd. I des IX. Jahrg., S. 107.
- 1885b, Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Biolog. Centralbl., Bd. IV, S. 225.
- MAGNUS, P., 1881, Der Gynodioecismus von *Succisa pratensis* M. u. K. und einige denselben begleitende Erscheinungen. Gesellsch. naturf. Freunde z. Berlin, Sitzg. v. 15. Nov., S. 137.
- MOEWES, F., 1883, Über Bastarde von *Mentha arvensis* und *Mentha aquatica*, sowie die sexuellen Eigenschaften hybrider und gynodioecischer Pflanzen. Englers Botan. Jahrb., Bd. IV, S. 189.
- MOHL, H. VON, 1863, Einige Beobachtungen über dimorphe Blüten. Botan. Zeitung, Bd. XXI, S. 309.
- MÜLLER, H., 1873, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten usw. Leipzig.
- 1881, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig.
- 1881, Gradations between Hermaphroditism and Gynodioecism. Nature T. 24.
- OGLE, W., 1870, The Fertilisation of some Plants. Popul. Science Rev. Vol. IX, p. 45 (zitiert nach KNUTH's Handbuch).
- RAUNKJÆR, C., 1905, Om Talforholdene mellem Kønnene hos tvebo Planter og om Talforholdet mellem hunlige og tvekønnede Individuer i Afkommet af Hunplanter og tvekønnede Planter hos Gynodioecister. Meddelelser fra d. Botan. Foren. i København, 26. Bind, p. LXXXVI.
- 1906, Sur la transmission par hérédité dans les espèces hétéromorphes. Acad. Roy. d. Sciences et d. Lettres de Danemark, Bull. No. 1.
- SCHULZ, A., 1885, Die biologischen Eigenschaften von *Thymus chamaedrys* Fries und *Th. angustifolius* Pers. Deutsch. botan. Monatsschr. S. 152 u. S. 184.
- 1888, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechterverteilung bei den Pflanzen. Biblioth. Botan. Heft 10.
- 1890, II. Teil. Ibid. Heft 17.
- STRASBURGER, E., 1900, Versuche mit dioecischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biolog. Centralblatt, Bd. XX, S. 657 u. f.
- UEXKÜLL - GYLLENBAND, M. v., 1901, Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechtsverteilung bei den Compositen. Biblioth. Botan. Heft 52.
- VÖCHTING, H., 1893, Über den Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. Jahrb. f. wissensch. Botanik, B. XXV, S. 149.
- WILLIS, J. C., 1892a, On Gynodioecism in the Labiatae (First paper). Proceed. of the Cambr. Philos. Soc. Vol. VII, Pt. VI, p. 349.
- 1892b, Gynodioecism in the Labiatae (Second paper). Ibid. Vol. VIII, Pt. I, p. 17.
- 1893, On Gynodioecism (Third paper), with a preliminary note upon the origin of this and similar phenomena. Ibid. Vol. VIII, Pt. III, p. 129.

27. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes, nach Versuchen mit höheren Pflanzen¹⁾.

Verhandl. d. Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, 1907, S. 794—802.

Wenige Probleme der Biologie haben schon so frühzeitig das allgemeine Interesse erregt, wie die Frage nach der Bestimmung des Geschlechtes getrenntgeschlechtiger Organismen und nach der Möglichkeit, diese Bestimmung in die Hand des Menschen zu legen.

Es gibt eine große Menge von Theorien darüber, der die Zahl exakter Versuche durchaus nicht entspricht. Es würde uns aber viel zu weit führen, wollten wir hier auch nur eine ganz gedrängte Übersicht über die historische Entwicklung unserer Frage geben; wir wollen uns mit Rücksicht auf die beschränkte Zeit gleich mitten in sie versetzen.

Überlegt man sich von vornherein, wann die Geschlechtsbestimmung geschehen kann, so sind zunächst drei einfache Möglichkeiten gegeben. Das Geschlecht kann schon vor der Befruchtung in den Keimzellen unveränderlich fest bestimmt sein, *progam* (nach HÄCKER). In diesem Falle kann natürlich nur eine Sorte Keimzellen Bedeutung für das Geschlecht der Nachkommenschaft haben, entweder die männlichen oder die weiblichen; die Vertreter dieser progamen Bestimmung nehmen meist an, daß die Eizellen vorherbestimmt, die männlichen Keimzellen dagegen ohne allen Einfluß seien. Man kann sich aber auch vorstellen, daß die Keimzellen noch keine bestimmt hervortretenden geschlechtlichen Tendenzen²⁾ besäßen, und erst

¹⁾ Den nachstehenden Bericht über meine seit Jahren durchgeführten Untersuchungen habe ich auf der diesjährigen Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Dresden am 18. September vor den vereinigten Sektionen für Zoologie und Botanik erstattet. Eine ausführlichere, aber nicht bloß für den Fachgenossen bestimmte, etwas populäre Darstellung, mit den nötigen Abbildungen versehen, erscheint demnächst bei Gebr. Bornträger in Berlin. Auf sie muß wegen der näheren Begründung von Vielem, was hier nur angedeutet ist, verwiesen werden; sie enthält auch die nötigen Literatur-Nachweise, auf die ich hier verzichten zu können glaubte, wo es sich um die Darlegung von Ergebnissen handelt, die auf einem neuen Wege gewonnen wurden.

²⁾ Wenn im folgenden von einer geschlechtlichen „Tendenz“ der Keimzellen gesprochen wird, so soll das nur heißen, daß in ihnen der eine Anlagenkomplex, der für die männlichen oder der für die weiblichen, primären und sekundären Geschlechtsmerkmale, in entfaltungsfähigerem Zustand ist, als der andere; denn daß jede Keimzelle beide Anlagenkomplexe enthält, den männlichen und den weiblichen, darüber kann nicht der geringste Zweifel herrschen.

bei ihrer Vereinigung, bei der Befruchtung, über das Geschlecht entschieden werde, *syngam* (nach HÄCKER). Endlich läßt sich noch annehmen, daß auch die befruchtete Eizelle zunächst noch keine bestimmte Geschlechtstendenz besitze, und daß erst weiterhin, durch außerhalb von ihr liegende Einflüsse, das Geschlecht dem Embryo aufgeprägt würde, *epigam* (nach HÄCKER). Diese Einteilung ist, wie alle Schematisierungen, etwas künstlich, aber für unsere Zwecke ganz brauchbar.

Natürlich kann man sich diese verschiedenen Möglichkeiten auch kombinirt denken, z. B. progame und syngame Bestimmung gleichzeitig realisiert, wobei dann der syngamen die definitive Entscheidung darüber zufallen müßte, welche der progam vorhandenen Tendenzen die Oberhand erhalte.

Von den verschiedenen Möglichkeiten können wir die einer reinen epigamen Bestimmung heutzutage wohl als gänzlich ausgeschlossen ansehen; das haben auch die neuesten Untersuchungen STRASBURGER's wieder gelehrt. Ebenso scheint mir die syngame Bestimmung in ihrer reinen Form so gut wie ausgeschlossen. Es kann sich eigentlich nur darum handeln, ob die Geschlechtsbestimmung rein progam oder pro- und syngam erfolge.

Diese Frage könnte man am besten entscheiden, wenn man die Keimzellen, die männlichen sowohl als die weiblichen, für sich allein, also ohne vorherige Befruchtung, auf ein Entwicklungsstadium bringen könnte, auf dem sich die Geschlechtsmerkmale erkennen ließen. Nun sehen wir in der Tat die Natur wenigstens mit Eizellen vielfach diesen Versuch mit bestem Erfolg ausführen, bei der sogenannten „habituellen“ Parthenogenesis. Ich glaube aber, daß man in all diesen Fällen aus der Tendenz des Eies, das sich ohne Befruchtung entwickelt, nicht auf die Tendenz des befruchtungsbedürftigen Eies schließen darf. Wir haben bei der „habituellen“ Parthenogenesis auch zweifellos an Anpassungserscheinungen zu denken. Dadurch, daß ein Teil der Eizellen oder alle fähig wurden, sich ohne Befruchtung zu entwickeln, mußte ihre Bedeutung für den Haushalt der Art eine andere werden, und diese Änderung kann, z. B. durch eine Änderung der Tendenz, korrigirt worden sein. Die Möglichkeit dafür ist ja stets vorhanden, denn bei noch so scharfer vorheriger Bestimmung der Geschlechtstendenz müssen die Anlagen für das entgegengesetzte Geschlecht immer noch in latentem Zustande in der Keimzelle vorhanden sein. — In der Tat liefert auch die habituelle Parthenogenesis, wenigstens bei den Tieren, ein buntes Bild verschiedenartiger Geschlechterbildung; wir sehen bald lauter männliche, bald lauter weibliche Individuen entstehen oder teils männliche, teils weibliche.

Entscheidend könnte die künstliche Parthenogenesis sein, bei der ein wirklich befruchtbares und befruchtungsbedürftiges Ei auf künstlichem Wege zur Weiterentwicklung gebracht wird (wie das z. B. J. LOEB bekanntlich bei Seeigeleiern durch Zusatz von Magnesiumchlorid zum Meerwasser er-

reicht hat) — wenn die Entwicklung einmal weiter verfolgt werden kann, als es bis jetzt der Fall ist. Denn meines Wissens hat bis jetzt noch niemand die parthenogenetisch entstandene Nachkommenschaft genügend weit aufziehen können. Auch dann kann die Parthenogenese natürlich nur über die Tendenz einer Art von Keimzellen, der weiblichen, Aufschluß geben; die Merogonie wird kaum je sicher beurteilbares Material liefern.

Wenn nun die habituelle Parthenogenese, meiner Ansicht nach, kein zwingend beweisendes Material gibt, und die künstliche es erst später einmal geben wird, müssen wir auf andere Weise die Frage zu lösen suchen, und ich habe seit dem Jahre 1900 einen Weg eingeschlagen, der mir bis jetzt noch unbetreten, aber aussichtsvoll zu sein scheint, den der Bastardirung.

Meinen Versuchen liegt folgende Idee zugrunde. Vereinigt sich bei einer getrenntgeschlechtigen, zweihäusigen Pflanze eine männliche Keimzelle mit einer weiblichen, so ist nur das Geschlecht des so entstandenen Nachkommen bekannt, die Tendenz der Keimzellen selbst nicht. Wir haben eine einzige Gleichung mit zwei Unbekannten, x und y : $(\sigma^{\text{♂}}) x + (\text{♀}) y = t$. Wenn es nun gelingt, der einen Keimzelle y mit ihrer unbekanntem Tendenz eine fremde Keimzelle b mit bekannter Tendenz unterzuschieben, so muß sich die Tendenz der anderen unbekanntem Keimzelle x bestimmen lassen und umgekehrt y , wenn x eliminiert wird.

Solche Keimzellen mit bekannter geschlechtlicher Tendenz scheinen mir nun jene der zwittrigen und einhäusigen Gewächse zu sein.¹⁾ Ich kann wenigstens nicht daran zweifeln, daß beiderlei Keimzellen, die männlichen aus dem Pollenkorn sowohl als die Eizellen, bei einer zwittrigen oder einhäusigen Pflanze die gleiche Tendenz besitzen, die, wieder eine zwittrige oder einhäusige Pflanze hervorzubringen. (Man darf sich nicht dadurch irre machen lassen, daß die Eizelle „weiblich“ und das Pollenkorn „männlich“ ist; hierbei handelt es sich nur um die gegenseitige, die Befruchtung ermöglichende, physiologische Abstimmung, mit der sich jede Entwicklungstendenz der Keimzellen verträgt, wie sie sich z. B. für gewöhnlich mit jeder Tendenz zur Bildung eines Blütenfarbstoffes verträgt.) Das lehren Bastardirungsversuche zwischen zwittrigen oder einhäusigen Arten einerseits und zweihäusigen andererseits. Auch die Versuche, die ich mit der trimonoecischen Kompositen *Dimorphotheca pluvialis* (mit $\sigma^{\text{♂}}$, ♀ und ♀ Blüten auf demselben Stock) angestellt habe, sprechen durchaus dafür, daß alle Keimzellen dieselbe Tendenz haben.

¹⁾ Für den Zoologen bemerke ich, daß „zwittrig“ der Botanik etwa einem Hermaphroditismus mit zwittrigen Keimdrüsen, „einhäusig“ dem gewöhnlichen Hermaphroditismus mit eingeschlechtigen Keimdrüsen entspricht, was ja beides bei den Mollusken vorkommt.

Für die Versuche wurden zunächst die beiden einheimischen Arten der Gattung *Bryonia* aus der Familie der Kürbisgewächse gewählt. Die eine, *Bryonia alba*, ist einhäusig; an ihren Trieben entwickeln sich zunächst männliche, später weibliche Blütenstände. Die andere, *Br. dioica*, ist zweihäusig, hier gibt es (für gewöhnlich) nur rein männliche und rein weibliche Stöcke.

Erster Versuch.

Wir bestäuben die Blüten eines weiblichen Stockes der *Br. dioica*¹⁾ mit dem Pollen der *Br. alba*. Die Bastardirung gelingt leicht. Die Bastarde sind alle weiblich; wenn es auch oft vorkommt, daß die erstgebildeten Blütenstände männlich sind, so kommen nur höchst selten einzelne männliche Blüten zu einer vollkommenen Entwicklung, meist dorren sie ganz jung ab. Aus diesem Ergebnisse kann man schließen: erstens, daß der getrenntgeschlechtige Zustand über den einhäusigen fast vollkommen dominirt, zweitens, daß alle weiblichen Keimzellen dieselbe, bestimmte Tendenz besessen haben müssen, und drittens, daß diese Tendenz die weibliche gewesen sein muß.

Zweiter Versuch.

Wir bestäuben andere Blüten desselben weiblichen Stockes der *Br. dioica* mit Pollen eines männlichen Stockes derselben Art und erhalten eine Nachkommenschaft, die annähernd zur Hälfte aus männlichen und zur Hälfte aus weiblichen Pflanzen besteht. Dies Ergebnis, das vorauszusehen war, lehrt, verglichen mit dem des ersten Versuches, daß trotz der progamen Bestimmung der Eizellen erst durch den Hinzutritt der männlichen Keimzellen die definitive Entscheidung über das Geschlecht der Nachkommenschaft gefallen ist. An den männlichen Keimzellen muß es liegen, daß wir bei diesem zweiten Versuch nicht lauter weibliche, sondern zur Hälfte auch männliche Stöcke erhalten haben. Über die Art, wie die männlichen Keimzellen die Entscheidung herbei führen, sagt der Versuch II jedoch nichts aus. Er verträgt sich z. B. mit der weitverbreiteten Annahme, daß sämtliche männliche Keimzellen männliche Tendenz besessen hätten, und daß bei ihrer Vereinigung mit den weiblichen Keimzellen (die nach Versuch I ja alle die weibliche Tendenz besitzen) ein Kampf stattgefunden habe, aus dem in der Hälfte der Fälle die männliche, in der Hälfte die weibliche Tendenz als Sieger hervorgegangen sei. Daß dem nicht so ist, zeigt der folgende Versuch.

Dritter Versuch.

Wir bestäuben die weiblichen Blüten eines Stockes der *Bryonia alba* mit dem Pollen eines Stockes der *Br. dioica*. Auch diese Bastardirung gelingt sehr leicht; die Bastarde sind zur Hälfte männlichen, zur

¹⁾ Hier, wie sonst, unter allen Vorsichtsmaßregeln.

Hälfte weiblichen Geschlechtes. Auch hier können an den weiblichen Stöcken zunächst einige verkümmerte männliche Blütenstände gebildet werden. Der Versuch lehrt unzweideutig, daß die männlichen Keimzellen der *Br. dioica* doppelter Natur sein müssen. Die Zweihäusigkeit dominiert wieder über die Einhäusigkeit, wie das ja nach dem ersten Versuch zu erwarten war. Daß aber von den Eizellen mit ursprünglich einhäusiger Tendenz die Hälfte männliche, die Hälfte weibliche Pflanzen gab, läßt sich nur durch die Annahme erklären, die eine Hälfte der männlichen Keimzellen habe männliche, die andere Hälfte weibliche Tendenz besessen. Indifferent, bloß mit der Anlage zur Zweihäusigkeit ausgestattet, ohne bestimmte Geschlechtstendenz, können die ♂ Keimzellen nicht gewesen sein, sonst müßte der zweite Versuch dasselbe Ergebnis geliefert haben wie der erste.

Aus allen drei Versuchen wird man sich also folgendes Bild von der Geschlechterbildung bei unserer zweihäusigen *Bryonia dioica* machen müssen: Die Eizellen haben alle weibliche Tendenz; bei der Befruchtung kommen sie bald mit einer männlichen Keimzelle mit männlicher Tendenz, bald mit einer männlichen mit weiblicher Tendenz zusammen. Im ersten Falle entsteht ein männliches Individuum, indem die männliche Tendenz sich weiter entwickelt, die weibliche unterdrückt wird, im anderen Falle, wo ja gleiche Tendenzen zusammenkommen, entsteht ein weibliches Individuum. Beim männlichen, in dem beide Tendenzen stecken, kann, wohl bei der Reduktionsteilung, die eine Hälfte der Keimzellen wieder die männliche, die andere die weibliche Tendenz erhalten; beim weiblichen Individuum, in dem dieselbe Tendenz zweimal vorhanden ist, müssen bei der Keimzellbildung nur Keimzellen mit einer Tendenz, der weiblichen, entstehen.

So erscheint der Vorgang der Geschlechtsbildung als ein einfacher Vererbungsvorgang, der sich, wie hier nicht näher gezeigt werden kann, den von MENDEL entdeckten Vererbungsgesetzen fügt, mit Dominieren der männlichen Tendenz und Spalten bei der Keimzellbildung. Damit ist ein Ziel erreicht, das schon STRASBURGER vorschwebte, und um dessen Erreichung sich vor allem BATESON und CASTLE bemüht haben.

Ich muß gestehen, daß mich dieses Ergebnis der Versuche zunächst sehr verblüfft hat, und daß ich deshalb nicht früher mit ihm hervorgetreten bin; das ungleiche Verhalten der beiderlei Keimzellen hatte ich nicht erwartet. Doch habe ich keine stichhaltigen Einwände gegen die oben wiedergegebenen Deduktionen finden können.

Man könnte zunächst glauben, es handle sich bei den geschilderten Versuchen um individuelle Eigentümlichkeiten einzelner Stöcke der *Bryonia dioica*. Ich habe deshalb die Mühe nicht gescheut und habe den ersten und dritten Versuch mit Pflanzen sehr verschiedener Herkunft

wiederholt, so daß ich nun fast 1000 Bastarde in Händen gehabt habe. Das Resultat ist stets das oben geschilderte gewesen.

Dann könnte man einwenden, die einförmige weibliche Nachkommenschaft des ersten Versuches, die theoretisch besonders unwillkommen erscheint, sei die Folge von Parthenogenesis, zumal da NAUDIN, FOCKE und BITTER gerade für *Br. dioica* eine solche angegeben haben. Meine Versuche, Parthenogenesis zu der Jahreszeit, wo die Bastardirungen ausgeführt wurden, nachzuweisen, schlugen sämtlich fehl. Man kann aber auch nicht annehmen, die Bastard-Bestäubung habe die parthenogenetische Entwicklung angeregt. So ähnlich die Bastarde in der Beerenfarbe und Behaarung der Narbe auch der *Br. dioica* sind, schon ihre absolute Sterilität unterscheidet sie stets von dieser Art. Mir ist wenigstens kein Fall bekannt, wo auf parthenogenetischem Wege eine absolut sterile Nachkommenschaft entstände. Endlich hat BITTER das Geschlecht der parthenogenetisch entstandenen Nachkommen männlich gefunden; darauf möchte ich aber nicht zuviel Gewicht legen.

Indem ich mit Rücksicht auf die Zeit einige weitere ebenfalls nicht stichhaltige Einwände übergehe, komme ich nun zur Frage, ob sich das mit Bryonien erhaltene Resultat für die Blütenpflanzen überhaupt verallgemeinern läßt, oder ob es sich nur um einen zwar merkwürdigen, aber einzeln dastehenden Fall handelt. Diesem Einwand kann nur durch Ausdehnung der Versuche begegnet werden. Die Auswahl an Objekten ist leider sehr klein; ich habe jedoch einige weitere derartige Versuche begonnen, kann aber hier nur einen noch kurz erwähnen.

Vierter Versuch.

Schon KÖLREUTER hat den Bastard zwischen der zweihäusigen weißen Lichtnelke, *Melandrium album*, und der zwittrigen *Silene viscosa* hergestellt. (Bei der letzteren haben freilich, nebenbei gesagt, manche Individuen die Neigung, die Staubgefäße verkümmern zu lassen und so einzelne weibliche Blüten zu bilden; die Pflanze neigt also zur Gynomonoecie.) Von den beiden möglichen Verbindungen $A \text{♀} + B \text{♂}$ und $B \text{♀} + A \text{♂}$ ist mir, wie KÖLREUTER, nur eine geglückt, die Befruchtung weiblicher Exemplare des *Melandrium album* mit dem Pollen der *Silene viscosa*. Das Ergebnis war ganz ähnlich wie bei dem oben geschilderten Versuch I mit den beiden Bryonien. Sämtliche Bastarde waren ausgesprochen weiblich, wengleich die Rudimente der Staubgefäße viel größer waren, als sie in den weiblichen Blüten des *Melandrium* zu sein pflegen. Der Versuch IV bestätigt also gerade das unerwartetste Ergebnis der Versuche mit den Bryonien: Auch bei *Melandrium* müssen sämtliche weibliche Keimzellen die nämliche Tendenz haben, die, wieder weibliche Stöcke hervorzubringen.

Zu dem gleichen Schlusse führen übrigens auch die Versuche, die ich mit Arten angestellt habe, bei denen nicht männliche und weibliche, sondern zwittrige, getrenntgeschlechtige und vermittelnde Individuen gleichzeitig nebeneinander vorkommen. Solche unter den Begriff der Polygamisten fallende Arten kommen recht häufig vor, z. B. in der Weise, daß ein Teil der Individuen zwittrig, ein Teil weiblich ist. Die zwittrigen Pflanzen können natürlich mit eigenem Pollen Frucht ansetzen, die weiblichen aber nur mit dem Pollen der zwittrigen. Nun besteht die Nachkommenschaft solcher weiblicher Pflanzen stets ganz überwiegend oder ausschließlich wieder aus weiblichen Individuen. Ich habe das für Labiateen, Dipsaceen, Plantaginaceen und Caryophyllaceen nachweisen können; es zeigt wieder, daß die Keimzellen der weiblichen Individuen fast immer gleichartig und mit der weiblichen Tendenz ausgestattet sind. — Die Versuche mit androdioecischen Arten sind noch nicht weit genug gediehen.

Ein eingehendes Studium aller dieser Zwischenformen wird wahrscheinlich das phylogenetische Zustandekommen des ungleichen Verhaltens der männlichen und weiblichen Keimzellen aufklären, über das ich zurzeit nur Vermutungen äußern könnte.

Wenn das Zahlenverhältnis der beiderlei männlichen Keimzellen genau 1 : 1 ist, wie man das besonders dann erwarten darf, wenn ihre Differenzierung bei einer Reduktionsteilung erfolgt, so könnten auch die männlichen und die weiblichen Nachkommen genau in dem Verhältnis 1 : 1 auftreten. Das ist bekanntlich nirgends der Fall. Bald werden mehr Männchen, bald mehr Weibchen gebildet. Das beruht aber wohl nur auf sekundären Einflüssen. So kann man sich z. B. vorstellen, daß die beiderlei männlichen Keimzellen ungleich resistent seien gegen äußere schädigende Einflüsse, oder nicht ganz gleich befruchtungstüchtig; oder es können, wie das ja schon lange für den Menschen bekannt ist, die beiderlei Embryonen verschieden resistent sein.

Es fragt sich nun, wie weit sich das, was wir für höhere Pflanzen gefunden haben, verallgemeinern läßt, speziell, wie weit sich die Verhältnisse, die wir bei den Tieren beobachten können, anschließen lassen. Ich muß mich hier auf Andeutungen beschränken, zumal da ich mich nicht, wie im vorigen, auf eigene Untersuchungen, sondern nur auf das Studium der Literatur stützen kann.

Jene Fälle, in denen, wie beim Menschen, annähernd gleichviel männliche und weibliche Nachkommen entstehen, scheinen mir keine besonderen Schwierigkeiten zu bieten. Wo, wie bei den Bienen, sämtliche auf geschlechtlichem Wege entstandenen Nachkommen weiblich sind, müssen nachträgliche, weitgehende Verschiebungen der Tendenzen angenommen werden, im Zusammenhange mit der Entstehung der Drohnen aus unbefruchteten Eiern. Daß auch die befruchtungsbedürftigen Eier hier

progam die männliche Tendenz haben, scheint mir noch nicht einwandfrei bewiesen. Schwieriger sind die Fälle zu erklären, wo wir zweierlei in der Größe unterschiedene befruchtungsbedürftige Eier haben, wobei aus den kleinen die Männchen, aus den großen die Weibchen hervorgehen. Das berühmteste Beispiel ist der von KORSCHULT untersuchte Strudelwurm *Dinophilus apatris*, der immer als Beweis für eine definitive progame Bestimmung der Eizellen angeführt wird. Trotzdem scheint er mir nicht so viel zu beweisen. Genau genommen steht nur fest, daß die kleinen Eier nach der Befruchtung Männchen und die großen nach der Befruchtung Weibchen geben. Man kann sich auch vorstellen, daß beiderlei Eier die gleiche Tendenz zur Bildung weiblicher Embryonen besäßen, die kleinen aber durch eine besondere chemotaktische Reizung nur die eine Art Spermatozoen, die mit der dominirenden männlichen Tendenz, anlockten, und die großen Eier umgekehrt die andere Art Spermatozoen.

Als Gegenstück zu diesen schwierigen Fällen möchte ich noch auf die Beobachtungen E. WILSON's über die Chromosomenverhältnisse in den Kernen gewisser Hemipteren (Schnabelkerftiere) hinweisen, deren tatsächliches Ergebnis recht gut zu unseren oben dargestellten Schlüssen paßt. Bei manchen dieser Tiere hat das Männchen ein Chromosom weniger als das Weibchen, bei *Protenor* z. B. 13 statt 14. Bei der Reduktionsteilung enthält jedes der Eier gleichviel Chromosomen, also 7. Anders ist es aber bei der Reduktionsteilung, die zur Bildung der männlichen Keimzellen führt. Hier erhält die Hälfte der Spermatozoiden 7, die andere Hälfte nur 6 Chromosomen. Die Nachkommen, die aus der Vereinigung eines Spermatozoids mit 7 Chromosomen und eines Eies mit 7 Chromosomen entstehen, sind weiblich; sie erhalten 14 Chromosomen. Die Nachkommen, die aus der Vereinigung eines Spermatozoids mit 6 Chromosomen und einer Eizelle mit 7 Chromosomen entstehen, sind männlich und enthalten also wieder nur 13 Chromosomen. Bei anderen Gattungen ist das dem Männchen fehlende Chromosom in reduzierter Form vorhanden (*Lygaeus*), und wieder bei anderen (*Nezara*) haben Männchen und Weibchen dieselbe Zahl gleicher Chromosomen.

Tatsächlich stimmen also bei *Protenor* usw. sämtliche weiblichen und die eine Hälfte der männlichen Keimzellen in der Beschaffenheit der Chromosomen untereinander überein, und nur die andere Hälfte der männlichen Keimzellen weicht davon ab — gerade wie bei der *Bryonia dioica* Übereinstimmung in der Geschlechtstendenz zwischen allen weiblichen Keimzellen und der Hälfte der männlichen besteht, während die andere Hälfte der männlichen die entgegengesetzte Tendenz besitzt. Die Deutung freilich, die WILSON seinen Beobachtungen gibt, ist eine andere. Es sei hier nur kurz darauf hingewiesen, daß er bei seinem ersten Erklärungsversuch in dem unpaaren Chromosom, dem siebenten, bei der Hälfte der männlichen Keim-

zellen den „Sexdeterminant“ für das männliche Geschlecht sieht. Das zwingt ihn zu der Annahme, daß auch zweierlei Eizellen vorhanden seien, solche mit weiblicher und solche mit männlicher Tendenz, und dies hat zur Folge, daß er ebenso wie CASTLE eine „selektive“ Befruchtung annehmen muß, daß nämlich nicht jedes Spermatozoid jedes Ei befruchten kann, sondern daß immer nur Keimzellen mit entgegengesetzten Tendenzen sich vereinigen können, also eine Eizelle mit weiblicher Tendenz nur mit einem Spermatozoid mit männlicher und umgekehrt eine Eizelle mit männlicher Tendenz nur mit einem Spermatozoid mit weiblicher Tendenz. Abgesehen davon, daß unsere Versuche die Gleichartigkeit der weiblichen Keimzellen, wenigstens für unsere Objekte, beweisen, scheint mir diese selektive Befruchtung eine einstweilen unnötige Komplikation. Experimentell ist sie nicht bewiesen, und meine Versuche, beim Hanf ihr Vorhandensein oder Fehlen zu demonstrieren, scheiterten an den technischen Schwierigkeiten.

Auch ist das nicht zu vergessen, daß bei WILSON's Auffassung bei *Protenor* das Spermatozoid mit 6 Chromosomen überhaupt keinen „Sexdeterminant“ besitzt, also ohne Geschlechtstendenz ist und bei parthenogenetischer Entwicklung, wenn sie technisch möglich wäre, einen geschlechtslosen oder zwittrigen Organismus geben würde.

Auch dem zweiten Erklärungsversuch WILSONS kann ich nicht ganz zustimmen, weil er mit einem quantitativen Unterschied zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht arbeitet, der, wo er vorhanden ist, nur sekundärer Natur sein kann.

Was ich hier gegeben habe, ist keine ausgearbeitete Theorie und soll das auch nicht sein. Ich habe den Versuch gemacht, auf diesem so schwierigen Gebiete einen neuen experimentellen Weg einzuschlagen und die Resultate, zu denen ich gelangt bin, auf dem einfachsten Wege zu erklären.

28. Weitere Untersuchungen über die Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihre Beeinflussbarkeit.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 45, Heft 4, S. 661—700. 1908.

Einleitung.

Vor Jahresfrist habe ich an dieser Stelle (Bd. XLIV, S. 124, G. A. 26, im folgenden als „1907“ zitiert) Beobachtungen über das in der Überschrift genannte Gebiet veröffentlicht, die vor allem *Satureia hortensis* betrafen, sich aber auch mit anderen polygamen, weiblich pleomorphen und männlich pleomorphen¹⁾ Pflanzen befaßten. Seitdem habe ich die alten Objekte und einige neue, vor allem aber wieder *Satureia hortensis* studiert und möchte hier einige Nachträge zu obigen Untersuchungen bringen, auch einen Irrtum verbessern (S. 565), der sich in jener Arbeit findet.

Die Aussaatsversuche, die die Vererbung der verschiedenen Geschlechtsformen klar legen sollen, wurden ebenfalls fortgesetzt. Auf die Ergebnisse soll hier nicht näher eingegangen werden, nur soviel sei bemerkt, daß dabei für *Satureia hortensis* womöglich noch schärfer als in früheren Jahren hervortrat, wie jede geschlechtliche Form wieder sich selbst hervorbringt. Was die mehr oder weniger zwittrige (gynomonözische) Form anbetrifft, so waren jene 453 Nachkommen, die in Töpfen gezogen wurden und wiederholt revidiert werden konnten, alle in etwa gleichem Grade gynomonözisch, und unter den 3100 im Freien ausgesäten und nur einmal untersuchten Pflanzen gleicher Abstammung fanden sich bis zum 31. Juli 3099 mehr oder weniger zwittrige und nur eine „weibliche“, die aber vielleicht ebenfalls gynomonözisch war und nur zufällig gerade keine zwittrigen Blüten besaß. Unter den 344 Nachkommen weiblicher Pflanzen, die in Töpfe pikiert worden waren und wiederholt revidiert wurden, fand ich neben 342 weiblichen nur zwei mehr oder weniger zwittrige, während die 332 ins Freiland ausgesäten alle weiblich waren²⁾.

¹⁾ Diese Ausdrücke sind von E. LOEW (Die Veränderlichkeit der Bestäubungseinrichtungen bei Pflanzen derselben Art, Humboldt, Bd. VIII, 1889, S. 178) eingeführt, um Pflanzen zu bezeichnen, die gleichzeitig gynomonözisch und gynodiözisch oder andromonözisch und androdiözisch sind.

²⁾ Dabei halte ich es, obschon alle mögliche Sorgfalt angewendet worden war, sogar nicht für ganz ausgeschlossen, daß die Samen, die die zwei gynomonözischen Pflanzen gaben, doch zufällig unter die Samen der weiblichen Exemplare gelangt waren.

Mit dieser außerordentlich getreuen Überlieferung stehen die Geschlechtsformen der *Satureia hortensis* nicht isoliert da, speziell *Silene dichotoma* hat ganz entsprechende Resultate geliefert. So waren z. B. unter den 1290 Nachkommen einer rein weiblichen Pflanze 1279 (= 99,1%) wieder rein weiblich, bei 9 (= 0,7%) war es fraglich, ob sie rein weiblich, oder zwittrig aber mit ganz kontabeszenten Antheren versehen waren, und nur zwei (= 0,2%) zeigten einzelne normale Antheren; eigentlich zwittrig war nicht eine Pflanze! Und unter den 1658 Nachkommen einer anderen rein weiblichen Pflanze waren 1647 (= 99,3%) rein weiblich, 8 (= 0,5%) entweder auch echt weiblich oder zwittrig mit ganz kontabeszenten Antheren, und nur 3 (= 0,2%) waren wirklich zwittrig. Dabei mußte seinerzeit der befruchtende Blütenstaub ganz überwiegend von Pflanzen hergestammt haben, die rein zwittrig waren oder gar zur Andromonözie neigten. Umgekehrt waren unter den Nachkommen verschiedener rein zwittriger Pflanzen keine echt weiblichen Exemplare und ganz wenige zwittrige mit kontabeszenten Antheren, nur bis zu 2%.

Daß nicht bei allen weiblich pleogamen Pflanzen die verschiedenen Geschlechtsformen eben so genau ihre Tendenz vererben wie bei *Satureia hortensis* und *Silene dichotoma*, ist ganz sicher, ich werde darauf an anderer Stelle zurückkommen.

Da die vorliegende Mitteilung nur die frühere in manchen Punkten ergänzt und fortführt, kann ich hinsichtlich der Literatur auf diese verweisen¹⁾, ebenso wegen der vier Klassen, in die ich auch diesmal wieder die Blüten ihrem Geschlecht nach eingeteilt habe.

I. Die Periodizität in der Blütenbildung überhaupt.

In der vorhergehenden Mitteilung (1907, S. 128, G. A. 26, 516) habe ich für die gynomonözischen und weiblichen Pflanzen meiner *Satureia hortensis* nach den Zählungen zwischen dem 29. Juni und 4. September zwei Maxima für die Zahl der Blüten, die sich an einem Tage öffnen, angegeben, ein Hauptmaximum in der Mitte der Beobachtungszeit (31. Juli), das mit dem Maximum der Zwitterblüten zusammenfällt, und ein sekundäres am Ende der Beobachtungszeit. Dieses zweite Maximum ist in Wirklichkeit viel geringer als ich angenommen hatte, ja nicht immer vorhanden.

Die Untersuchung und Zählung der Blüten der 390 gynomonözischen und 109 weiblichen Stöcke wurde 1906 alle Wochen an einem bestimmten Tage durchgeführt. Nun lösen sich, wie mir schon früher aufgefallen war

¹⁾ Von neuer Literatur sei auf das kritische Sammelreferat von E. BAUR, Botan. Zeitg., Abt. II, Sp. 337, und die Arbeit G. TISCHLER's, Zellenstudien an sterilen Bastardpflanzen, Arch. f. Zellforsch., Bd. I, Heft 1, vor allem S. 136 u. f., hingewiesen.

(1907, S. 128, G. A. 26, 516), die Blumenkronen im Sommer meist schon nachmittags ab, während sie gegen den Herbst zu tagelang sitzen bleiben. Die Folge davon ist, daß zunächst, im Anfang der Beobachtungszeit, jede gezählte Blüte auch wirklich nur an dem einen Tage geöffnet war, an dem der Stock untersucht wurde¹⁾, daß aber gegen den Schluß der Beobachtungszeit neben den erst am Revisionstage selbst aufgegangenen Blüten immer mehr Blüten mitgezählt wurden, die sich schon am Tage vorher oder gar noch früher geöffnet hatten. Dadurch mußte natürlich die Gesamtzahl der offenen Blüten zu groß gefunden werden, und so kam das starke zweite Maximum zustande; als diesmal während fast der ganzen Blütezeit jede Blüte der Versuchsstöcke untersucht und gezählt wurde, blieb es entweder ganz aus oder stellte sich nur unauffällig ein. Die dritte Kolonne der Tabelle A im Anhang („Gesamtzahl der Blüten“) mag für das eine, die dritte der Tabelle C für das andere Verhalten als Beleg dienen.

Die früher (1907, Fig. 1, S. 128, G. A. 26, 517) mitgeteilten Kurven sind an sich natürlich richtig, waren aber nicht richtig gedeutet, sie geben nicht die Zahl der täglich sich neu öffnenden Blüten an, sondern die Zahl der überhaupt offenen; sie zeigen, wie viel Blüten die Pflanze jeden Tag für die Bestäuber bereit hält. — Daß diese Zahl mit der Abnahme der Blütenbildung überhaupt steigt, kann für die Pflanze nur zweckmäßig sein, ohne daß ein finaler Zusammenhang zwischen den beiden Tatsachen zu bestehen brauchte.

Worauf die längere Dauer der Einzelblüte gegen das Ende der Blütezeit hin beruht, habe ich nicht genauer untersucht, sehr wahrscheinlich zum Teil auf der seltener werdenden Bestäubung, die sonst hier, wie in anderen Fällen, die Abtrennung der Krone wenigstens beschleunigt. Daß sich die Verzögerung auch bei den gynomonözischen Stöcken zeigt, deren Zwitterblüten sich selbst bestäuben können, hängt damit zusammen, daß diese gegen das Ende der Blütezeit immer mehr weibliche, also der Selbstbestäubung unfähige Blüten hervorbringen.

Für die Hauptfrage, die uns in der vorausgehenden Arbeit beschäftigt hatte, die Frage nach der Periodizität in der Ausbildung der verschiedenen Blüten, ist der Fehler ohne jeden schädlichen Einfluß; im Gegenteil, durch die unbeabsichtigte Ausdehnung der Erhebungen auf eine größere Anzahl Blüten wurden die Zahlen für die einzelnen Blütenklassen in dem Maße genauer, als die Blütenbildung überhaupt abnahm.

Dagegen mußte sich der Einfluß der später längeren Blütendauer bei der Zahl der weiblichen Blüten unter der Gesamtzahl der überhaupt gebildeten Blüten geltend machen, bei der Zahl also, die den Grad der Gynomonözie der *Satureia*-Stöcke angibt. Denn wenn gegen den Schluß der Blütezeit die

¹⁾ Einzelne öffnen sich auch erst nachmittags.

relative Zahl der weiblichen Blüten immer mehr zunimmt, und die Zahl der Blüten überhaupt dann zu hoch angenommen wird, muß auch die absolute Zahl der weiblichen Blüten zu hoch gefunden werden. Deshalb sind die 25,9%, die ich (1907) als Durchschnitt für meine gynomonözischen Pflanzen von *Satureia hortensis* angegeben hatte, sicher zu hoch gegriffen, und werden die 16,7%, die unser Versuch A ergibt, gewiß der Wirklichkeit näher kommen. Konnte man schon früher bei ihnen nicht von „starker“ Gynomonözie sprechen, so ist das jetzt natürlich erst recht nicht möglich.

II. Die Periodizität in der Ausbildung der verschiedenen Blüten und ihre Beeinflussung durch Eingriffe von außen.

Für die gynomonözischen, also zwittrige und weibliche Blüten entwickelnden Stöcke der *Satureia hortensis* hatte ich schon früher¹⁾ gefunden und später ausführlich gezeigt (1907, S. 136 u. f., G. A. 26, 523), daß die Zahl der rein zwittrigen Blüten (Blütenklasse I) unter den sich täglich öffnenden Blüten zunächst noch zunimmt und erst einige Zeit nach Beginn der Blütezeit ihr Maximum erreicht, um dann allmählich (fast) auf 0 herabzusinken, während umgekehrt die Prozentzahl der mehr oder weniger weiblichen Blüten (Blütenklasse II, III, IV) zunächst noch sinkt und nach einem bald nach Beginn der Blütezeit erreichten Minimum allmählich anschwillt, um endlich am Schlusse der Blütezeit (fast) 100% zu erreichen. Speziell die echten weiblichen Blüten (Blütenklasse IV) haben ihr Maximum am Ende der Blütezeit. Die Kurven der Blütenzwischenformen, die die Extreme, die rein zwittrigen und die echten weiblichen Blüten, verbinden, zeigen ebenfalls eine charakteristische Gestalt: die zwittrigen mit einzelnen untauglichen Antheren (Blütenklasse II) haben ihr Maximum ganz zu Beginn der Blütezeit und die zwittrigen mit ganz kontabeszenten Antheren (Blütenklasse III) das ihre kurz vor dem der rein weiblichen Blüten.

Die Daten für diese Kurven wurden durch Zählungen von mehr als 20 000 Blüten gewonnen, die vom 10. Juli bis 4. September 1906 allwöchentlich am gleichen Tage an zahlreichen, in Töpfen gezogenen Pflanzen vorgenommen waren, und ähnliche Kurven hatten schon Versuche im Jahr 1905, endlich auch vier Pflanzen gegeben, deren Blüten vom 22. Juli bis 11. September täglich revidiert worden waren.

Es hatte sich aber auch zeigen lassen, daß sich durch ungünstige Ernährung (Kultur bei herabgesetzter Beleuchtung) die Prozentzahl der weiblichen Blüten steigern und umgekehrt durch günstige Ernährung (Verhindern des Fruchtausatzes) der Eintritt des fast rein weiblichen Zustandes der Pflanze hinausschieben läßt.

¹⁾ Weitere Untersuchungen über die Gynodiözie. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XXIII, S. 458 (1905), G. A. 21, 458.

A. Die neuen Versuche mit *Satureia hortensis*.

1. Die schon früher untersuchte Sippe („A“).

Die Versuchsobjekte des Jahres 1907 stammten alle von ein und derselben gynomonözischen Pflanze ab. Die Samen wurden Anfangs April in Töpfe gesät, die im Kasten gehalten wurden; Anfangs Mai wurden die Keimlinge pikiert. Um die Ernährung vom Boden her verschieden zu gestalten, wurden Töpfe von zwei verschiedenen Größen und mit zwei verschiedenen Füllungen verwendet: in die größeren (von 14 cm lichter Weite) kam eine leichte Komposterde mit etwas Hornspänen gemischt; die kleineren (von 12 cm lichter Weite) wurden mit Sand gefüllt und darüber etwa 1 cm hoch leichte Komposterde geschichtet¹⁾. In 4 Töpfe der einen und der anderen Art wurden jedesmal 4 Keimlinge pikiert und zwar möglichst gleich gut entwickelte; im Zweifelsfall erhielten die kleinen Töpfe mit Sand die besseren Pflänzchen. Trotzdem zeigten später die Pflanzen eines Topfes oft sehr merkbare Unterschiede in ihrer Stärke.

So standen später 8 Töpfe mit je 4 Pflanzen zur Verfügung, von denen die Hälfte vom Boden her schlechter ernährt war. Das war das Material für die im folgenden beschriebenen Versuche. Die einzelnen Pflanzen wurden von der ersten Blüte an bis Ende September, soweit es irgend möglich war, täglich untersucht, von da an bis zum Absterben der letzten, Ende Oktober, nur mehr hier und da. Die untersuchten Blüten markierte ich, soweit der Versuch nicht ihre Entfernung verlangte, durch Abschneiden des Mittelzipfels der Unterlippe, um ein nochmaliges Zählen zu verhindern.

Um nicht zu viel Platz zu brauchen und zugleich um die zufälligen Schwankungen auszugleichen, habe ich die Einzeltage dann in Gruppen zu 5 zusammengefaßt, nur die erste umfaßte 6 und die letzte 7 Tage. So ist der Zeitraum, in dem täglich untersucht und gezählt wurde, vom 5. Juli bis 25. September, in 16 Perioden zerlegt, die bei den Kurvenfiguren mit Zahlen bezeichnet, bei den Tabellen im Anhang aber auch mit dem Datum bezeichnet sind. Daran schließen sich als 17. und 18. Periode die Revisionen vom 12. Oktober und 22.—24. Oktober an.

Die Kurven sind stets so konstruiert, daß auf der Abszissenachse die einzelnen Perioden der Blütezeit aufgetragen wurden und darüber als Ordinate die Prozentzahlen der weiblichen Blüten unter der Gesamtzahl aller Blüten, die sich in dem betreffenden Zeitabschnitte geöffnet hatten. Dabei sind die vierte und dritte Blütenklasse, die echt weiblichen Blüten und die nur physiologisch weiblichen, eigentlich zwittrigen Blüten mit ganz kontabeszenten

¹⁾ Diese von GÖBEL (Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien, Biol. Centralbl., Bd. 24, S. 750) angegebene Methode habe ich der bei früheren Versuchen verwendeten Mischung von Sand und Erde vorgezogen.

Staubbeutel, vereinigt worden, weil ihre Trennung nicht immer ganz leicht ist. Dagegen wurde die zweite Blütenklasse, Zwitterblüten mit einzelnen rudimentären Staubgefäßen, nicht mit hinzugezogen, und deshalb tritt in den Kurven die Neigung, zu Anfang der Blütezeit mehr weiblich zu sein als etwas später, nicht deutlich hervor. In den im Anhang (S. 592 u. f.) gegebenen Tabellen sind dagegen alle vier Blütenklassen getrennt gehalten, so daß sich jeder von dieser Tatsache leicht überzeugen kann.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, hier darauf aufmerksam zu machen, daß die Fläche, die in den Fig. 1—7 von der Kurve der weiblichen Blüten abgegrenzt wird, kein Maß für die Zahl der weiblichen Blüten darstellt, die von den Versuchspflanzen überhaupt während ihrer ganzen Blütezeit hervorgebracht wurden; denn sie ist ja nur nach den relativen Zahlen für die einzelnen Abschnitte konstruiert. Auf diese relativen Zahlen kommt es uns, die wir die Abhängigkeit des Geschlechtes der Blüte von der Blütezeit und von äußeren Einflüssen untersuchen wollen, allein an. Berücksichtigt man das aber nicht, so erweckt die Kurve eine ganz falsche Vorstellung über die Menge der gebildeten weiblichen Blüten und damit über den Grad der Gynomonözie. Bei Fig. 1 (S. 570) grenzt sie z. B. einen Bezirk ab, der etwa 40% der Gesamtfläche ausmacht, während die wirkliche Zahl der physiologisch weiblichen Blüten (Klasse III und IV) nur 16,7% der Gesamtzahl beträgt, wie Tabelle 1 (S. 570) für denselben Versuch A lehrt.

I. Der Einfluß der Ernährung vom Boden aus.

Versuch A. Entwicklung in großem Topf und in Komposterde, ohne weitere Eingriffe.

Vier Pflanzen, je zwei aus zwei Töpfen, und zwar jedesmal die dem Aussehen nach stärkste und schwächste unter den vier vorhandenen.

Das für uns wichtigste Ergebnis ist in der umstehenden Fig. 1 als Kurve a (der weiblichen und der zwittrigen Blüten mit ganz kontabeszenten Antheren) wiedergegeben. Sie zeigt sehr schön, daß die gynomonözischen Exemplare allmählich immer mehr weibliche Blüten bilden; die Neigung, auch zu Anfang der Blütezeit mehr weiblich zu sein als später, tritt nicht hervor. Zieht man aber die zugehörigen Zahlen — sie stehen im Anhang (S. 592) als Tabelle A — zu Rate, so tritt sie durch die II. Blütenklasse (zwittrige Blüten mit einzelnen kontabeszenten oder rudimentären Staubgefäßen) ganz deutlich hervor, die hat sogar ihr Maximum am Anfang der Blütezeit. Das Maximum der Blüten mit lauter ganz kontabeszenten Antheren (Klasse III) liegt kurz vor dem Reinweiblichwerden der Stöcke, wie Tabelle A ebenfalls zeigt.

Alle diese Tatsachen hatten sich schon früher (1907, S. 137, G. A. 26, 524 und diese Abh., S. 567) ergeben, und zwar an einem sehr viel größeren Material; die neuen Versuche sind aber insoweit von Interesse, als sie sich bis zum Schluß

der Blütezeit ausdehnen und zeigen, wie schon relativ kleine Zahlen die Gesetzmäßigkeit hervortreten lassen.

Versuch B. Wie Versuch A (also Entwicklung in großem Topf und in Komposterde), aber einige Male mit 50ccm einer 0,5-proz. Lösung von Monokaliumphosphat begossen, ohne weitere Eingriffe.

Eine Pflanze, die schon dadurch, daß sie nur mit zwei anderen den Topf zu teilen brauchte (die vierte war frühzeitig zugrunde gegangen), gegenüber den Pflanzen des Versuchs A im Vorteil war.

Die Kurve der weiblichen Blüten (Klasse III und IV zusammenge-
nommen) ist auch in Fig. 1 eingetragen und mit b bezeichnet worden. Da sie

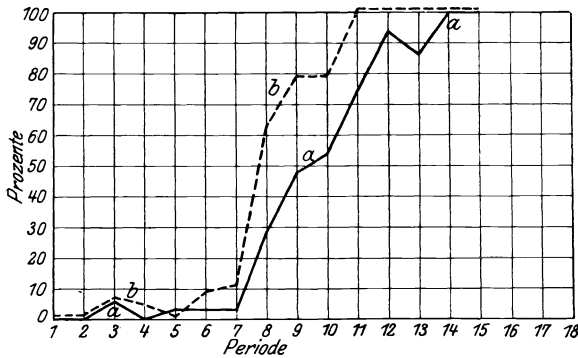


Fig. 1. Zu Versuch A u. B, a und b Kurven der weiblichen Blüten.

sich sonst am Anfang und am Ende nicht von der Kurve a ablösen würde, ist sie um eine Einheit nach oben verschoben. — Vergleicht man die beiden Kurven a und b, so muß auffallen, daß die Pflanze des Versuches B den rein weiblichen Zustand viel rascher — um 14 Tage früher — erreicht hat. Wenn daran keine individuelle Differenz schuld war (was nicht aus-

geschlossen ist, da ja nur eine Versuchspflanze vorlag), und keine zufällige Schädigung eingetreten war, hatte also das Begießen mit Monokaliumphosphat statt des erwarteten günstigen Einflusses auf die Bildung der zwittrigen Blüten einen schädigenden Einfluß gehabt.

Wie Tabelle B (S. 593) im Anhang zeigt, liegt auch hier das Maximum für die Blütenklasse II im Anfang der Blütezeit, das für die Klasse III kurz vor dem Zeitpunkt, wo die Pflanze rein weiblich wurde. Die Gesamtzahl der Blüten ist größer, sie beträgt, statt durchschnittlich 297 pro Pflanze bei Versuch A, 441 bei Versuch B, damit ist auch die Prozentzahl an echten weiblichen Blüten gestiegen, wie die folgende kleine Tabelle zeigt, natürlich nicht

Tabelle 1.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwittrig	II	III	IV echt weiblich
A	297	78,5	4,8	2,5	14,2
B	441	67,1	7,5	2,5	22,9

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

in dem Maße, daß sie allein das Mehr an Blüten bei Versuch B decken würde. Für sich allein würde das keinen schädigenden Einfluß der Düngung bezeichnen, wenn man an das Ergebnis von Versuch G usw. denkt.

Versuch C. Entwicklung in kleinem Topf mit wenig Erde und viel Sand, ohne weitere Eingriffe.

Vier Pflanzen, je zwei aus zwei Töpfen, und zwar je die stärkste und die schwächste.

Das Ergebnis ist in Fig. 2 durch die Kurve c wiedergegeben; zum Vergleich ist auch die Kurve a des Versuches A eingezeichnet, aber, da sie sonst teilweise mit der Kurve c zusammenfallen würde, um eine Einheit nach unten verschoben. Man sieht sofort, daß die schlechtere Ernährung vom Boden aus den früheren Eintritt des rein weiblichen Zustandes bedingt hat. Die zugehörigen Zahlen findet man als Tabelle C im Anhang (S. 593).

Die Pflanzen blieben wesentlich kleiner und waren weniger verzweigt, überhaupt schwächer als jene des Versuches A, was

sich am deutlichsten in der Blütenzahl ausspricht: durchschnittlich öffneten sich an jeder nur 95 statt (bei Versuch A) fast 300 Blüten. Der Einfluß der schlechten Ernährung zeigt sich aber nicht bloß darin und in dem früheren Eintreten des weiblichen Zustandes, auch die Prozentzahl der weiblichen Blüten überhaupt war größer, ja gegenüber Versuch A fast verdoppelt; die III. Blütenklasse hatte ebenfalls zugenommen. Es geht das aus Tabelle 2 ohne weiteres hervor.

Die Kurven der Blütenklassen II und III, wie sie sich aus den Prozentzahlen der Tabelle C im Anhang (S. 593) ablesen lassen, haben ihren charakteristischen Verlauf beibehalten; daß er bei II weniger ausgesprochen ist, als sonst gewöhnlich, ist wohl sicher nur Zufall.

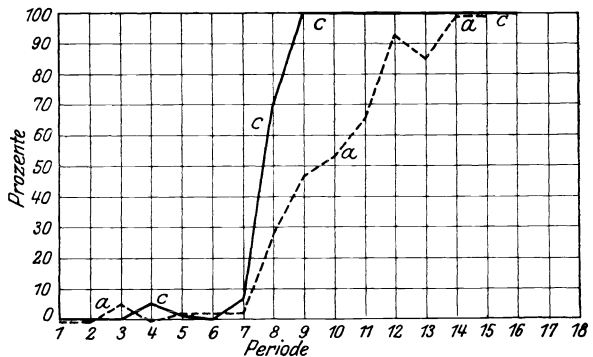


Fig. 2. Zu Versuch C, c Kurve der weiblichen Blüten.

Tabelle 2.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwittrig	II	III	IV echt weiblich
C	95	65,1	2,4	5,3	27,2
A	297	78,5	4,8	2,5	14,2

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

II. Der Einfluß der Belichtung.

Versuch D. Entwicklung in großem Topf und in Komposterde; erst nach Beginn der Blütezeit, vom 23. Juli bis 14. August, in stark herabgesetzter Beleuchtung, von da an wieder unter normalen Bedingungen.

Vier Pflanzen in einem Topf.

Der Topf wurde am 23. Juli in einem leeren, doppelt verglasten Gewächshaus unter die Kante eines Tablettes gestellt, das auf der Südseite von West nach Ost verlief. Er wurde so nie direkt von den Sonnenstrahlen getroffen, und die Beleuchtung war (nach einer, freilich nur flüchtigen Bestimmung

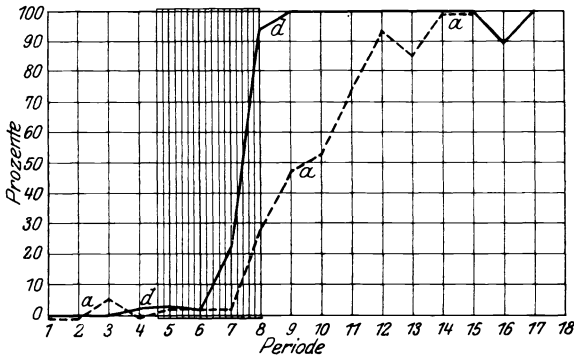


Fig. 3. Zu Versuch D, d Kurve der weiblichen Blüten.

mit photographischem Papier) bei Sonnenschein, mittags 12 Uhr, auf $\frac{1}{60}$ oder noch stärker herabgesetzt, gegenüber den Kontrollversuchen im Freien. Daß die an dieser Stelle herrschende Lichtmenge nicht genügte, um die Stöcke in normaler Weise zwittrige Blüten bilden zu lassen, war schon im Vorjahre festgestellt worden (1907, S. 148, G. A. 26, 533).

Als die Pflanzen drei Tage lang keine normalen zwittrigen Blüten mehr gebildet hatten¹⁾, am 14. August, wurde der Topf wieder ins Freie gebracht, unter die früheren Entwicklungsbedingungen.

Das Ergebnis ist in Fig. 3 durch die Kurve d dargestellt; durch Längsschraffen ist die Zeit angegeben, während der die Beleuchtung herabgesetzt war. Zum Vergleich ist auch wieder die Kurve a des Versuches A, um eine Einheit nach unten gerückt, eingezeichnet. Die herabgesetzte Beleuchtung hat, wie zu erwarten war, rasch die Unterdrückung der normalen Zwitterblüten veranlaßt. In charakteristischer Weise beruht aber, wie die Tabelle D im Anhang deutlich zeigt, dies Weiblichwerden weniger auf der Ausbildung von mehr echten weiblichen Blüten (Klasse IV), als auf dem völligen Kontabeszentwerden der Antheren der zwittrigen, also auf einer sehr starken Zunahme der Klasse III, die wir ja auch schon durch schlechtere Ernährung allein vom Boden aus zunehmen lassen konnten (Vers. C). Der Einfluß des

¹⁾ Das tritt in der Kurve d nicht ganz hervor, weil die Ordinaten ja den Durchschnittswert von je 5 Tagen angeben, der 14. August gerade ein fünfter Tag war, und in den zwei ersten Tagen der Periode noch einzelne normale Zwitterblüten gebildet worden waren.

teilweisen Lichtentzuges wirkte auch lange nach, und es trat nur ganz zum Schluß nochmals eine geringe Neigung zur Bildung normaler Antheren auf. Der Eingriff war zu spät erfolgt und hatte zu lang gedauert; in diesem Punkte waren die Versuchspflanzen des Vorjahres (1907, S. 149, G. A. 26, 534) im Vorteil.

Wie die herabgesetzte Beleuchtung die Blütenbildung überhaupt herabdrückt, wie sie nachwirkt, und wie erst lange nach der Rückkehr in normale Bedingungen das Maximum auftritt, in dem weiblichen Abschnitt, statt wie sonst in dem Abschnitt der Zwitterblüten: all das geht aus Tabelle 3 ohne weiteres hervor, in der die Gesamtblütenzahlen für die einzelnen Perioden zusammengestellt sind; zum Vergleich sind die entsprechenden Zahlen für den Versuch A dazugesetzt.

Tabelle 3.

Versuch	Periode															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D	6	1	18	30	88	56	64	20	14	89	55	76	145	168	89	57
A	8	16	35	54	195	165	310	214	82	54	24	17	7	4	2	—

Die fetten Striche geben bei Versuch D den Anfang und das Ende der Verdunkelung an; die Maxima sind fett gedruckt.

Versuch E. Entwicklung in kleinem Topf mit wenig Erde und viel Sand, schon lange vor Beginn der Blütezeit und bis zum Schluß in stark herabgesetzter Beleuchtung.

Vier Pflanzen in einem Topf.

Der Topf mit den Pflanzen wurde am 21. Juni unter das schon geschilderte Tablett (S. 572) im leeren Gewächshaus gestellt (wo also die Beleuchtung höchstens noch $\frac{1}{60}$ der normalen betrug). Am 3. Juli mußten die Pflanzen aufgebunden werden, so lang und schwach waren sie schon geworden; sie zeigten aber Blütenknospen. Da ich fürchtete, diese Knospen könnten stecken bleiben und sich am Ende gar nicht öffnen, wurde der Topf vom 14. Juli bis zum 19. jeden zweiten Tag auf das Tablett gestellt. Die erste Blüte öffnete sich am 19. Juli, also mehr als 14 Tage später als bei den Kontrollpflanzen im Freien, was ja nicht wundernehmen kann. Mit den Pflanzen des Versuches C verglichen, waren die des Versuches E sehr deutlich vergeilt, viel blasser grün und fast ohne Anthocyan.

In der Fig. 4 ist als Kurve e das Ergebnis meiner Zählungen für die weiblichen Blüten dargestellt; die Daten stehen als Tabelle E im Anhang (S. 594). Zum Vergleich ist wieder die Kurve a des Versuches A beigefügt, um eine Einheit nach unten verschoben. Man sieht sofort, daß die Zahl der weiblichen Blüten sehr stark zugenommen hat; dabei hat aber die Kurve ihren charakteristischen Verlauf gewahrt, sie ist nur, sozusagen, zu einer Karikatur geworden. Das Ergebnis, das ich eigentlich erreichen wollte: die

ihrer inneren Natur nach zwittrigen Pflanzen während ihrer ganzen Blütezeit ausschließlich weibliche Blüten bilden zu lassen, ist dabei nicht herausgekommen, obwohl ich, als sich in den ersten Tagen der Blütezeit ausschließlich weibliche Blüten öffneten, am Ziel zu sein glaubte. Immerhin ist es gelungen, das Verhältnis der rein zwittrigen zu den mehr oder weniger weiblichen Blüten gerade umzukehren; zieht man A und E in der Tabelle 9 (S. 579) zu Rate, so sieht man, daß die Prozentzahl der rein zwittrigen Blüten von 78,5% auf 16,8% gesunken ist.

Die ersten, weiblichen Blüten setzten bei künstlicher Bestäubung mit dem Pollen der im Freien stehenden Stöcke gut an, ebenso später die zwittrigen Blüten mit ihrem eigenen Pollen.

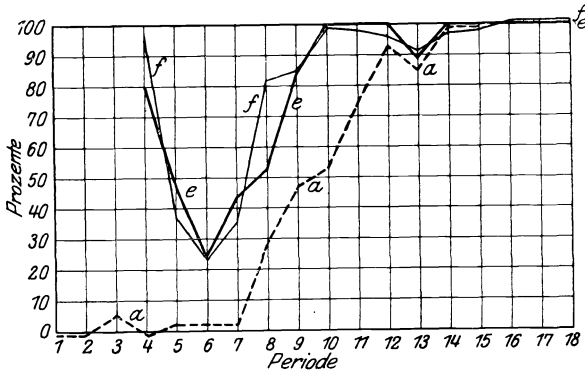


Fig. 4. Zu Versuch E und F, e und f Kurven der weiblichen Blüten.

Versuch F. Wie Versuch E, aber die Pflanzen später noch in normale Beleuchtung gebracht.

Vier Pflanzen in einem Topf.

Die Pflanzen wurden bis zum 14. August genau wie jene des Versuches E behandelt und verhielten sich bis dahin auch ganz

wie diese; dann wurden sie aber im Freien neben denen des Versuches A aufgestellt. Sie behielten natürlich ihren vergeilten Wuchs bei, wurden aber allmählich wieder tief grün und färbten sich auch durch starke Anthocyanbildung ebenso rot wie die Kontrollpflanzen. Sie waren aber zu spät in die volle Beleuchtung zurückversetzt worden, als daß sie noch deutlich zur Bildung von Zwitterblüten zurückgekehrt wären, und in der Gesamtzahl der Zwitterblüten bleibt Versuch F (mit 13,3%) hinter Versuch E (mit 16,8%) zurück, wie Tabelle 4 zeigt.

Tabelle 4.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwittrig	II	III	IV echt weiblich
F	116	13,3	2,8	5,2	78,7
E	85	16,8	2,7	4,4	76,1

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

Nur in der Zahl der überhaupt gebildeten Blüten sind die Pflanzen von Versuch F im Vorteil: durchschnittlich 116 statt 85. Es ist das eine Folge

Folge des größeren Lichtgenusses, der ihnen noch zuteil wurde, denn vorher waren sie denen des Versuches E nicht überlegen. Ehe sie nämlich am 14. August ins Freie kamen, hatten sie alle vier zusammen 112 Blüten geöffnet, gegen 113, die an den vier Pflanzen des Versuchs E gezählt worden waren. Auf der stärkeren Blütenbildung in der späteren, ganz überwiegend weiblichen Zeit beruht die geringere Prozentzahl an echten Zwitterblüten, die wir oben gegenüber den Pflanzen des Versuches E fanden.

In Fig. 4 (S. 574) ist auch die Kurve für die weiblichen Blüten des Versuches F eingetragen und mit f bezeichnet; sie ist um eine Einheit nach oben verschoben. Von Periode 8 an befanden sich die Pflanzen wieder im Freien. Die zugehörigen Daten finden sich in Tabelle F im Anhang (S. 595). Man sieht, daß die beiden Kurven e und f im großen und ganzen parallel laufen, jedenfalls beide in der gleichen, charakteristischen Weise von der Vergleichskurve a abweichen; sie zeigen, daß die individuellen Verschiedenheiten, die sich bei der geringen Zahl von Versuchspflanzen nicht ganz ausgleichen können, gegenüber den Ausschlägen, die das Experiment gibt, nicht in Betracht kommen.

Wie bei Versuch D hat also auch bei Versuch E und F die Herabsetzung der Beleuchtung die Bildung der weiblichen Blüten gesteigert; trotzdem lassen sich die Ergebnisse leicht unterscheiden. Einmal dadurch, daß bei Versuch E und F überhaupt noch soviel rein zwittrige Blüten gebildet wurden, während bei Versuch D die Pflanzen bald nur mehr weibliche Blüten bildeten. Das wird zum Teil darauf beruhen, daß bei Versuch D die Pflanzen so wie so schon dem weiblichen Stadium näher waren, als die Beleuchtung verringert wurde, zum Teil wird aber bei Versuch E und F wohl auch etwas wie eine Akkommodation der Pflanzen vorliegen, die viel früher dem vollen Lichtgenuß entzogen worden waren. Dann dadurch, daß die Pflanzen von Versuch E und Versuch F sehr viel mehr echte weibliche Blüten bildeten, während die des Versuches D zunächst dadurch weiblich wurden, daß in Zwitterblüten die Antheren kontabeszent wurden. Ein Vergleich der Prozentzahlen für die verschiedenen Blütenklassen in Tabelle 5 lehrt das deutlich; zur Bequemlichkeit sind auch noch die Zahlen von Versuch A beigelegt.

Tabelle 5.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwittrig	II	III	IV echt weiblich
D	546	24,0	2,6	16,5	56,8
E	85	16,8	2,7	4,4	76,1
A	297	78,5	4,8	2,5	14,2

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

Auch hierbei wird die Akkommodation eine Rolle spielen.

Durch eine genügende Steigerung der schädigenden Einflüsse, die vor allem die Pflanzen noch früher treffen müßten als in den geschilderten Versuchen C bis F, läßt sich wohl die Bildung echter zwittriger Blüten ganz unterdrücken. Unter solchen besonders ungünstigen Bedingungen entwickeln sich z. T. die letzten Keimlinge auf einem Saatbeet. Ich habe schon früher Belege dafür beigebracht (zuletzt 1907, S. 147, G. A. 26, 532); auch in dem verfloßenen Jahre lieferten mir die Freilandkulturen ein gutes Beispiel. Während, wie wir schon sahen (S. 565), bis zum 31. Juli unter den bis dahin gezählten 3100 Nachkommen der gynomonözischen Pflanzen alle bis auf eine, möglicherweise weibliche, gynomonözisch waren, wurden unter den 382 meist sehr schwachen Pflanzen, die von da ab auf denselben Beeten noch zum Blühen kamen, bei den nicht mehr so zahlreichen Revisionen fast die Hälfte nur mit weiblichen Blüten gefunden! Zweifellos waren das fast alles (oder alles) keine echten, sondern „pseudogyne“, eigentlich zwittrige Pflanzen.

III. Der Einfluß der verhinderten Fruchtbildung.

Wie schon früher (1907, S. 149, G. A. 26, 534) wurden auch diesmal bei den einschlägigen Versuchen die eben geöffneten Blüten täglich bei den Revisionen mit einer feinen Schere weggeschnitten; trotz aller Sorgfalt müssen dabei natürlich hie und da Knospen verletzt oder ganz entfernt worden sein. Nach dem 25. September unterblieb das Wegschneiden. Das Resultat war genau dasselbe wie im Vorjahr: die Zahl der überhaupt gebildeten Blüten stieg sehr stark; auch die Blütezeit und die Lebensdauer der Pflanzen wurde deutlich verlängert, ohne daß es gelungen wäre, *Satureia* so, wie bei dem bekannten Versuch *Reseda odorata*, ausdauernd zu machen. Die Vermehrung der Blütenzahl beruhte in erster Linie auf einer Zunahme der rein weiblichen Blüten, daneben wurde der Moment, von dem ab nur noch weibliche Blüten gebildet werden, hinausgeschoben. Die Erklärung des Verhaltens mag in der früheren Arbeit (1907, S. 152, G. A. 26, 536) nachgesehen werden. Da die damals angestellten Versuche aber erst einige Zeit nach Beginn der Blütezeit einsetzten, statt, wie diesmal, von allem Anfang an, und da sie nicht so lange fortgesetzt werden konnten, auch weniger Pflanzen betrafen, und diese sich alle unter den gleichen Entwicklungsbedingungen befanden, sollen die Ergebnisse der neuen Versuche hier doch mitgeteilt werden.

Versuch G. Entwicklung in großem Topf mit Komposterde, genau wie bei Versuch A, nur daß alle Blüten bald nach dem Öffnen weggeschnitten wurden.

Vier Pflanzen aus je zwei Töpfen, und zwar die von mittlerer Stärke (die stärksten und schwächsten dienten zu Versuch A).

Das Ergebnis ist in Fig. 5 als Kurve g der weiblichen Blüten wiedergegeben, die zugehörigen Zahlen finden sich als Tabelle G im Anhang (S. 595); zum Vergleich diene die Kurve a des Versuches A, die um eine Einheit nach unten verschoben ist. Soweit sie sich überhaupt in der Kurve zeigen können, treten die oben geschilderten Wirkungen deutlich hervor: das langsamere Ansteigen der Kurve der weiblichen Blüten und die längere Dauer der Blütezeit. Zur Vervollständigung ist in der folgenden kleinen Tabelle 6 das Gesamtergebnis für alle vier Klassen zusammengestellt und das von Versuch A dazugefügt.

Die Gesamtzahl der Blüten ist also auf mehr als das Doppelte gestiegen. Daß ein großer Teil dieser Zunahme auf die weiblichen Blüten fällt, geht aus deren fast dreimal größeren Prozentzahl hervor;

absolut ist ihre Zahl sogar fast auf das Siebenfache gestiegen. Ganz allein darauf beruht die Zunahme jedoch nicht, denn auch die absolute Zahl der Zwitterblüten ist fast auf das Doppelte gestiegen.

Außerdem lehrt die Tabelle 6 noch — was schon früher (1907, S. 152, G.A.26, 536) gefunden worden war —, daß das Abschneiden der Blüten auch auf das gegenseitige Verhältnis der Blütenklassen II und III von Einfluß ist: die Klasse III (zwitterige Blüten mit lauter ganz kontabeszenten Antheren) verschwindet fast ganz, die Klasse II (zwitterige Blüten mit tauglichen und untauglichen Antheren) nimmt dementsprechend zu.

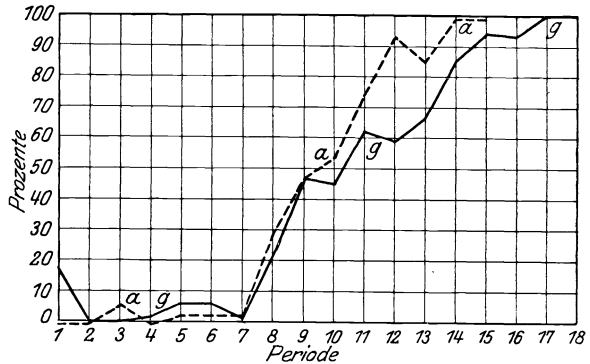


Fig. 5. Zu Versuch G, g Kurve der weiblichen Blüten.

Tabelle 6.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwitterig	II	III	IV echt weiblich
G	776	52,4	7,2	0,5	39,7
A	297	78,5	4,8	2,5	14,2

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

Versuch H. Entwicklung in großem Topf mit Komposterde, einige Male mit 50 ccm einer 0,5-proz. Lösung von Monokaliumphosphat gegossen, also genau wie bei Versuch B, nur daß die Blüten bald nach dem Öffnen weggeschnitten wurden.

Zwei Pflanzen, im selben Topf wie das Objekt des Versuches B.

Auch das Resultat dieses Versuches stimmt zu dem früher gefundenen und dem des vorausgehenden Versuches, wie die Kurve h der weiblichen Blüten in Fig. 6 lehrt. (Die Daten dazu stehen als Tabelle H im Anhang, S. 596.) Zum Vergleich ist auch die Kurve b von dem Versuch B eingezeichnet, um eine Einheit nach unten verschoben. Die Gesamtzahl der Blüten ist sehr

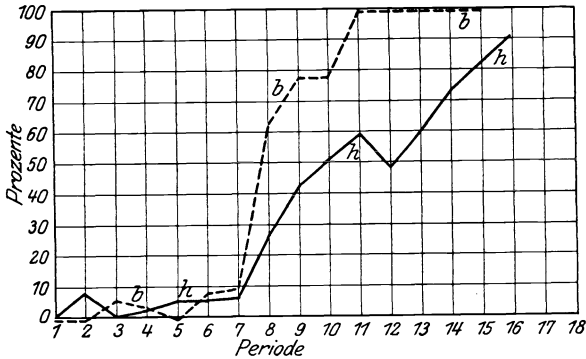


Fig. 6. Zu Versuch H, h Kurve der weiblichen Blüten.

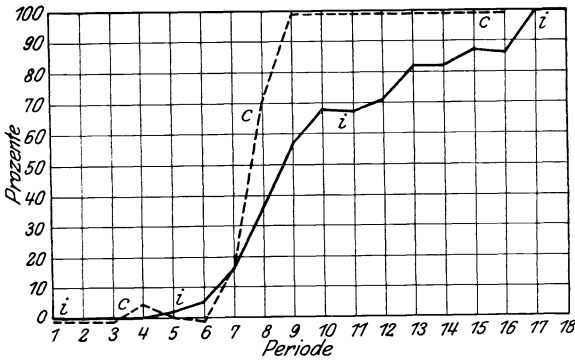


Fig. 7. Zu Versuch I, i Kurve der weiblichen Blüten.

stark gestiegen, im Mittel von 441 auf 1162, auch die schon charakterisierte Verschiebung in der Beteiligung der vier Blütenklassen ist recht deutlich, wie Tabelle 7 zeigt. Daß die Prozentzahl der weiblichen Blüten nur um die Hälfte gestiegen ist, hat seinen Grund darin, daß diese Zahl bei Versuch B schon ungewöhnlich hoch ausfiel (S. 570). Wenn trotzdem die Kurve h von der Kurve b viel stärker abweicht, als die Kurve g von der Kurve a (Fig. 5), so zeigt das die Wirkung des Abschneidens auf die Bildung der zwittrigen Blüten um so schöner. Der rein weibliche Zustand wurde gar nicht vollkommen erreicht; er wäre aber sicher noch eingetreten, wenn die Pflanzen länger am Leben geblieben wären.

Tabelle 7.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwittrig	II	III	IV echt weiblich
H	1162	58,1	7,8	1,0	33,1
B	441	67,1	7,5	2,5	22,9

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

Versuch I. Entwicklung in kleinem Topf mit wenig Erde und viel Sand, also genau wie bei Versuch C, nur daß alle Blüten bald nach dem Öffnen weggeschnitten wurden.

Vier Pflanzen in je zwei Töpfen, und zwar die von mittlerer Stärke (die stärksten und schwächsten dienten zu Versuch C).

Wie die Kurve i der weiblichen Blüten in Fig. 7 (S. 578) lehrt, hat auch hier, wo die Pflanzen vom Boden aus schlecht ernährt wurden, das Abschneiden der Blüten das Weiblichwerden verzögert, ohne es ganz verhindern zu können. (Die zugehörigen Daten stehen als Tabelle I im Anhang, S.596.) Die Vergleichskurve c ist die des Versuches C. Die Zunahme der Blütenzahl und die Verschiebung in der prozentischen Zusammensetzung gehen aus Tabelle 8 sehr deutlich hervor.

Tabelle 8.

Versuch	Gesamtzahl der Blüten (Mittel)	Blütenklasse			
		I rein zwittrig	II	III	IV echt weiblich
I	757	50,9	7,0	1,5	40,7
C	378	65,1	2,4	5,3	27,2

in Prozenten der Gesamtblütenzahl

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse aller neun Versuche zusammengestellt, soweit sie sich nicht durch Kurven ausdrücken lassen, sondern sich auf die Zahl der Blüten und das Verhältnis der vier Blütenklassen zueinander beziehen.

Tabelle 9.

Nr.	Versuch Bedingungen	Zahl der Pflanzen	Gesamtzahl der Blüten	Blütenklasse				in %			
				I (♂)	II	III	IV (♀)	I	II	III	IV
A	Erde, volle Beleuchtung .	4	1187	932	57	30	168	78,5	4,8	2,5	14,2
B	Erde, volle Beleuchtung, Düngung	1	441	296	33	11	101	67,1	7,5	2,5	22,9
C	Sand, volle Beleuchtung	4	378	246	9	20	103	65,1	2,4	5,3	27,2
D	Erde, Beleuchtung während der Blütezeit (24. VII. bis 14. VIII.) herabgesetzt	4	2185	525	58	361	1241	24,0	2,6	16,5	56,8
E	Sand, Beleuchtung vor und während der Blütezeit herabgesetzt	4	339	57	9	15	258	16,8	2,7	4,4	76,1
F	Wie E, aber vom 14. VIII. an in voller Beleuchtung	4	465	62	13	24	366	13,3	2,8	5,2	78,7
G	Erde, volle Beleuchtung, offene Blüten entfernt .	4	3102	1627	225	17	1233	52,4	7,2	0,5	39,7
H	Erde, volle Beleuchtung, Düngung, offene Blüten entfernt.	2	2323	1350	182	23	768	58,1	7,8	1,0	33,1
I	Sand, volle Beleuchtung, offene Blüten entfernt .	4	757	385	53	11	308	50,9	7,0	1,5	40,7

Wenn sich auch schon aus dem Verlauf der Kurven voraussagen läßt, wie sich im großen und ganzen die verschiedenen Blüten über die *Satureia*-Pflanze verteilen, schien es mir doch wünschenswert, wenigstens an einer alle sich öffnenden Blüten nach Geschlecht und Stellung zu registrieren. Die nebenstehende Fig. 8 stellt schematisch eine Pflanze von Versuch C (kleiner Topf mit Sand, volle Belichtung) dar. Die serialen Achselsprosse, die bei

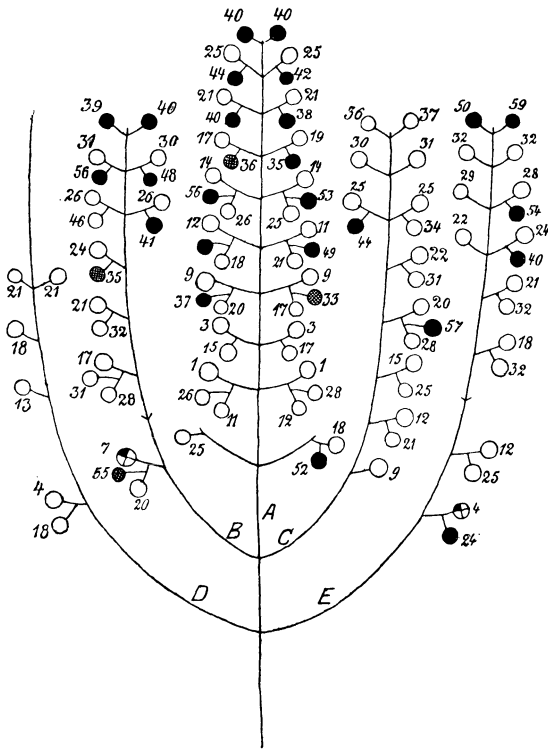


Fig. 8. *Satureia hortensis*. Schema einer gynomonözischen Pflanze; Erklärung im Text.

üppigeren Exemplaren sonst entwickelt werden und die Verhältnisse komplizierter machen, sind nirgends ausgebildet¹⁾. Die Blüten sind mit dem Datum ihres Öffnens versehen, wobei die Tage fortlaufend numeriert wurden; der 6. Juli wurde mit 1, der 31. Juli also mit 26, der 31. August mit 57, der 2. September mit 59 bezeichnet. Der Ast D wurde am 27. Juli welk und mußte abgeschnitten werden. Die rein zwittrigen Blüten sind als weiße Scheiben, die echten weiblichen als schwarze Scheiben eingetragen, die Blüten der II. Klasse sind durch Scheiben mit einem schwarzen Sektor, die der III. Klasse durch Schraffierung hervorgehoben.

Ein aufmerksames Betrachten der Figur zeigt den

¹⁾ Die Infloreszenzen wurden stets als einfache Wickel gezeichnet; möglicherweise war die eine oder andere ein dreiblütiges Dichasium. Da dann aber stets (1907, S. 142, G. A. 26, 528 Anm.) eine Seite gefördert ist, und es für unsere Untersuchung im Grunde auf die Reihenfolge der Blüten und das Zeitintervall zwischen ihrem Öffnen ankommt, wurde darauf nicht genau geachtet.

noch klarer hervor, als bei der statistischen Behandlung rein nach der Zeit des Aufblühens. Diese hat aber den Vorzug der größeren Handlichkeit und Einfachheit.

2. Eine neue Sippe der *Satureia hortensis* („B“).

Diese Sippe, von der ich erst wenige Exemplare untersuchen konnte, unterscheidet sich schon durch ihre schmäleren, spitzigeren Blätter und ihr helleres Grün. Ihre gynomonözischen Stöcke verhalten sich hinsichtlich der weiblichen Blüten merklich abweichend, sie sind, wenigstens in gewisser Beziehung, reinen Zwitterstöcken, die mir bei *Satureia hortensis* nicht vorgekommen sind, noch stärker genähert, als es jene der Sippe A ohnehin schon sind. Gegen Ende September, als die danebenstehenden Exemplare der Sippe A (im Freien) schon alle längst beinahe rein oder ganz rein weiblich waren, waren die der Sippe B noch ganz überwiegend zwittrig, sodaß ich schon eine fast rein zwittrige Form gefunden zu haben glaubte. Als ich sie aber (nach einer Reise) am 12. Oktober wieder untersuchen konnte, waren sie inzwischen auch fast rein oder ganz rein weiblich geworden. Der Umschlag war also doch schließlich noch eingetreten, wenn auch viel später als bei der Sippe A.

Tabelle 10.
Pflanze a (etwa die Hälfte aller Blüten untersucht).

Datum der Untersuchung	Blütenklasse					
	I (ganz zwittrig)	II	I u. II zusammen	III	IV (echt weiblich)	III u. IV zusammen
24. IX.	165 79%	14 7%	179 85%	17 8%	14? 7%?	31 15%
12. X.	4? 1,8%	3 1,3%	7? 3%	207 93%	9? 4%?	216 97%
Pflanze b (alle Blüten untersucht).						
24. IX.	238 81%	23 8%	261 89%	13 4%	19? 7%?	32 11%
12. X.	— —	— —	— 0%	132 100%	— —	132 100%

Der Unterschied zwischen der Sippe B und der Sippe A beruht in erster Linie darauf, wie der weibliche Zustand entsteht: nicht durch Auftreten echter weiblicher Blüten, sondern vorwiegend oder fast ausschließlich durch völliges Kontabeszentwerden der zwittrigen Blüten¹⁾, und in zweiter Linie darin, daß der weibliche Zustand so spät eintritt. Das Endresultat ist aber

¹⁾ Es muß dahingestellt bleiben, ob die als echt weiblich angesprochenen Blüten der Tabelle 10 nicht teilweise auch noch zur dritten Blütenklasse gehörten und nur besonders stark reduzierte Antheren besaßen; hinter die Zahlen sind deshalb Fragezeichen gesetzt.

dasselbe. Am Schlusse der Blütezeit sind die Pflanzen auch weiblich, wie bei Sippe A, nur entsprechen sie mehr den vorzeitig durch Herabsetzen der Beleuchtung weiblich gemachten Stöcken des Versuches D als denen des Versuches A.

3. Rückblick auf *Satureia hortensis*.

Die Ergebnisse der alten und neuen Versuche lassen sich etwa in folgender Weise zusammenfassen.

1. Die gynomonözischen Stöcke der Sippe A bringen unter normalen Bedingungen etwa 15% echt weibliche Blüten und etwa 7% Zwischenstufen (darunter etwa 2,5% zwittrige mit ganz kontabeszenten Antheren) hervor, sind also gegenüber anderen Gynomonözisten nur schwach gynomonözisch, schwächer, als ich selbst angenommen hatte.

2. Die Kurve der rein zwittrigen Blüten steigt von Beginn der Blütezeit, erstes Minimum, an, erreicht ihren Gipfel etwa zu der Zeit, wo auch die Blütenbildung überhaupt am stärksten ist, nimmt dann allmählich wieder ab und sinkt zuletzt fast oder völlig auf Null, zweites Minimum. Die Kurve der mehr oder weniger weiblichen Blüten hat natürlich den entgegengesetzten Verlauf; zuletzt, am Schluß der Blütezeit, sind die Stöcke fast rein weiblich oder rein weiblich.

Das erste Minimum der Kurve der rein zwittrigen Blüten am Anfang der Blütezeit ist geringer als das zweite, aber doch meist sehr auffällig (man vergleiche z. B. die Tabellen A, B und D, S. 592 u. f.); es kommt durch das Auftreten von Blüten zustande, deren Antheren z. T. tauglich, z. T. untauglich sind. Es ist das die Blütenklasse II, deren Kurve gleich hier zu Anfang ihren Hauptgipfel hat. Das zweite, viel tiefere Minimum der Kurve der rein zwittrigen Blüten, gegen das Ende der Blütezeit, beruht dagegen ganz überwiegend auf dem Auftreten der physiologisch rein weiblichen Blüten. Zunächst erreichen die nie sehr zahlreichen, eigentlich zwittrigen Blüten mit ganz kontabeszenten Staubgefäßen, Klasse III, ihr Maximum, dann erst die echten weiblichen Blüten, Klasse IV. Auch die Kurve der Blütenklasse II hat nach der Mitte der Blütezeit einen sekundären Gipfel. Die Kurven der 4 Blütenklassen verlaufen also ganz so, wie ich es früher (1907, S. 139, Fig. 2, G. A. 26, 524) gezeichnet habe.

3. Durch schlechte Ernährung, durch Kultur in sehr magerem Boden (Versuch C) oder in herabgesetzter Beleuchtung (Versuch D), läßt sich die Zahl der rein zwittrigen Blüten herabdrücken. Durch die Kombination beider Einflüsse (Versuch E, F) ist es geglückt, das Zahlenverhältnis der zwittrigen und der weiblichen Blüten geradezu umzukehren, sodaß wir statt 79% rein zwittriger Blüten (Versuch A) 17% (Versuch E) und selbst nur 13% (Versuch F) rein zwittriger Blüten erhalten haben. Dabei ist der

Verlauf der Kurve (\wedge) gleichsinnig geblieben, nur sind die beiden Minima schärfer ausgesprochen, der Gipfel niedriger und die Böschung steiler.

Durch noch stärkere, vor allem noch früher eingreifende ungünstige Einflüsse, wie sie die spätesten und schwächsten Keimlinge eines Saatbeetes z. T. erfahren (S. 575), können trotz ihrer inneren zwittrigen Anlage aus gynomonözischen rein weibliche Pflanzen entstehen.

Der Eintritt des weiblichen Stadiums läßt sich durch herabgesetzte Beleuchtung während der Blütezeit sehr beschleunigen (Versuch D). Dabei werden zunächst aber nur die Antheren der Zwitterblüten ganz kontabeszent, ohne daß mehr echte weibliche Blüten entstünden.

4. Bei besserer Ernährung der einzelnen Blütenknospen, wie sie sich durch Verhinderung des Fruchtausatzes erreichen läßt, sinkt die Kurve der rein zwittrigen Blüten gegen das Ende der Blütezeit zu viel allmählicher, so daß sie ihr zweites Minimum viel später erreicht. Das erste Minimum bleibt der Natur des Eingriffes nach im wesentlichen unberührt (Versuch G, H, I). Die bessere Ernährung der Knospen zeigt sich nicht bloß in der absoluten Zunahme der Blütenzahl, im Hinausschieben des weiblichen Stadiums und in einer relativen Zunahme der echt weiblichen Blüten, sie steigert auch den Prozentsatz an Blüten mit noch teilweise normalen Staubgefäßen (Klasse II) und drückt den Prozentsatz der Blüten mit lauter kontabeszenten Antheren (Klasse III) herab.

5. Für die gynomonözischen Exemplare der neuen Sippe B ist der Anfang der Kurve der Zwitterblüten einstweilen nicht bekannt, aber wohl kaum wesentlich von dem der Sippe A verschieden; ihr Ende entspricht ganz dem bei dieser alten Sippe A, nur daß die dritte Blütenklasse die Rolle der vierten übernommen hat.

6. Aus all diesen Tatsachen habe ich schon früher den Schluß gezogen, daß die Ausbildung einer Blütenanlage zu einer zwittrigen oder einer physiologisch weiblichen Blüte von ihrer Ernährung abhängt, daß bei reichlicher Ernährung die Zwitterblüte, bei geringerer die weibliche Blüte entsteht, wie das ja schon früher, von LUDWIG und anderen, angenommen worden ist. Dabei kommt neben dem Ernährungszustand der Gesamtpflanze, der dem Experimentator leichter zugänglich ist, als mindestens ebenso wichtiger Faktor auch der Ort, wo die Blütenanlage sich ausbildet, in Frage, also Korrelationen, die man viel schwerer experimentell fassen kann. Der Einfluß des Ortes wird natürlich erst dann deutlich, wenn man neben der Zeit des Aufblühens auch die Stellung berücksichtigt, wie bei dem Schema auf Seite 580.

Ob bei schlechter Ernährung eine echte weibliche Blüte oder eine eigentlich zwittrige Blüte mit kontabeszenten Antheren entsteht, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Teils ist daran die Stärke des Eingriffes und der Zeitpunkt schuld (1907, S. 131, G. A. 26, 519), so, wenn der Versuch D ein anderes Resultat

ergibt als die Versuche E und F, teils werden auch innere Anlagen im Spiele sein, wenn z. B. die Sippe B sich von der Sippe A verschieden verhält.

Voraussetzung ist natürlich stets, daß die Pflanze überhaupt imstande ist, neben den zwittrigen auch weibliche Blüten zu bilden, also das Gynaeceum auf Kosten des Androeceum zu entwickeln. Ist das nicht der Fall, so entstehen bei herabgesetzter Ernährung nur verkümmerte Zwitterblüten. — Die weibliche Geschlechtsform erwies sich als unbeeinflußbar¹⁾.

7. Das Ergebnis der Versuche gestattet auch das Verhalten einer Sippe vorauszusagen, die stärker oder noch schwächer gynomonözisch ist als die von uns untersuchte: der Verlauf der Kurve der reinen Zwitterblüten muß immer im wesentlichen der gleiche sein. Bei der stärker gynomonözischen Pflanze wird nur das erste, am Anfang der Blütezeit liegende Minimum tiefer liegen und das zweite früher eintreten; die Kurve wird etwa so verlaufen, wie bei den künstlich stärker gynomonözisch gemachten Pflanzen der Versuche E und F. Umgekehrt wird bei noch schwächer gynomonözischen Pflanzen das erste Minimum der Zwitterblüten dem Gipfel näher liegen, und vor allem wird das zweite Minimum gegen das Ende der Blütezeit später eintreffen und nicht so tief stehen, — etwa wie bei den Pflanzen der Versuche G, H und I. Wenn sich überhaupt eine Kurve der echten Zwitterblüten zeichnen läßt, wird ihr Gipfel immer zwischen den Anfang und das Ende der Blütezeit fallen. Daß dem so sein muß, geht einerseits aus den höheren Ansprüchen hervor, die die zwittrige Blüte der eingeschlechtigen gegenüber stellen muß²⁾, und andererseits aus dem Einfluß des Ortes an der Pflanze, der die ersten und die letzten Blüten eben im Nachteil sein läßt.

In seiner letzten Veröffentlichung „DARWIN'S Kreuzungsgesetz und die Grundlagen der Blütenbiologie“³⁾ hat BURCK im Text und in einer über 5 Seiten ausgedehnten Anmerkung eine Menge Ausstellungen an meinen Beobachtungen und Ausführungen über pleogame Pflanzen gemacht und sie dabei z. T. auch entstellt wiedergegeben, selbst da, wo er mir vorwirft, ich habe ihn mißverstanden.

¹⁾ Wenn TH. BAIL (Über androgyne Blütenstände und über Pelorien, Wiener Illustrierte Gartenzeitung, Heft 12, 1901) auf einem Kleeacker zunächst nur weibliche Stöcke der *Silene dichotoma* fand und später, nach dem Schnitt, am Grunde fast aller abgehauenen Exemplare Zweige, welche gleichzeitig normale Staubgefäßblüten, Zwitterblüten und reife Kapseln trugen, so möchte ich einstweilen annehmen, daß keine echten weiblichen Pflanzen, sondern tri- oder gynomonözische im weiblichen Stadium vorlagen.

²⁾ Man darf sich nicht dadurch irre machen lassen, daß die weiblichen Blüten der Monözisten größere Anforderungen zu stellen pflegen als die männlichen. Die zwittrigen Blüten vereinigen eben beider Ansprüche in sich; sie müssen das Gynaeceum ausbilden, wie die weiblichen, und das Androeceum, wie die männlichen.

³⁾ Recueil des Travaux botaniques Néerlandais, Vol. IV, 1907, p. 61 usw.

Ich kann die Berechtigung der Ausstellungen nicht zugeben und hatte den Versuch gemacht, sie alle einzeln zu beantworten, mußte aber bald einsehen, daß ich dabei die Geduld des Lesers viel zu lang in Anspruch nehmen müßte. Was die Tatsachen anbetrifft, so wird sich ja sicher zeigen, wer Recht hat, im übrigen muß ich nachdrücklichst bitten, sich nicht bloß aus den Angaben und den Zitaten BURCK's ein Bild meiner Beobachtungen und Ansichten zu machen, sondern meine Arbeiten zur Hand zu nehmen.

Ein Versuch der Verständigung mit BURCK selbst ist wohl aussichtslos bei der Art und Weise, mit der er meine Angaben behandelt, und die sich schon in seiner „Mutation als Ursache der Kleistogamie“ meiner ersten Mitteilung über Gynodiözie gegenüber zeigt.

B. Andere polygame Pflanzen.

Prinzipiell gleich wie *Satureia hortensis* verhalten sich hinsichtlich des Auftretens der zwittrigen und eingeschlechtlichen Blüten alle mir aus der Literatur und durch eigene Untersuchungen genauer bekannten gynomonözischen und andromonözischen Pflanzen. Von Beginn der Blütezeit an steigt die Kurve der rein zwittrigen Blüten bis zu einem Maximum, um dann gegen das Ende wieder zu fallen, hat also im großen diese Form: \wedge . In allen genauer untersuchten Fällen ist sie aber unsymmetrisch: die beiden Schenkel der Kurve sind nicht gleich; schließlich kann sogar der eine oder andere Schenkel annähernd horizontal verlaufen: \neg oder \swarrow . Daran sind zunächst spezifische Unterschiede in der Ernährung, in letzter Linie erbliche innere Eigenschaften schuld.

Von andromonözischen Pflanzen haben A. SCHULZ und BURCK Umbelliferen, A. SCHULZ *Galium Cruciatum*¹⁾, ich *Geum intermedium* untersucht; als Ergänzung zu meinen früheren Angaben (1907, S. 141, G. A. 26, 526) teile ich hier (Fig. 9) einige Schemata von Infloreszenzen mit, die von einer schwach (I, II, III) und einer stark (IV, V) andromonözischen Pflanze stammen. Je nach ihrem Geschlecht sind die Blüten mit ♀ oder ♂ bezeichnet; ist die Scheibe schraffiert, so bedeutet das entweder, daß in der betreffenden Zwitterblüte nur ein Teil der Karpelle tauglich gewesen ist (Klasse II), oder daß die bewußte männliche Blüte ein stärker als gewöhnlich ausgebildetes, immerhin völlig untaugliches Gynäceum (entsprechend Klasse III?) besessen hat. Die Infloreszenz ist eine lockere Rispe, die sich der Trugdolde nähert und sich absteigend entwickelt; man sieht sofort, daß die Kurve der Zwitterblüten bei

¹⁾ A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechterverteilung, I, Bibl. Botan. Heft 10, 1888, S. 66, Fig. 10; Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXII, 1903, S. 402. Von den drei in der Blattachsel stehenden Sprossen entwickelt sich der mittlere, rein männliche nach den beiden seitlichen. Auch *Veratrum* schließt sich nach den Beobachtungen H. MÜLLER's (Alpenblumen, S. 42) und A. SCHULZ (a. a. O., I, S. 101) hier an, ebenso wohl auch *Aesculus*.

dem stark andromonözischen Stock (IV, V) wirklich die Form \wedge hat, und daß sie sich, bei dem schwach andromonözischen (I, II, III), der Form \searrow nähert, also der entsprechenden Kurve bei der auch recht schwach gynomonözischen *Satureia* ähnlich wird.

Von gynomonözischen Pflanzen habe ich den Verlauf der Blütenbildung, außer bei *Satureia*, bei *Geranium*, *Silene inflata* und *dichotoma*, *Plantago lanceolata*, *Scabiosa*, *Knautia* und *Echium* untersucht, die voneinander nur darin abweichen, daß die Kurve der Zwitterblüten bald mehr im Anfang, bald mehr am Ende ihr Maximum erreicht, und daß das eine oder das andere Minimum fast oder ganz verschwinden kann. *Geranium pratense* steht z. B.

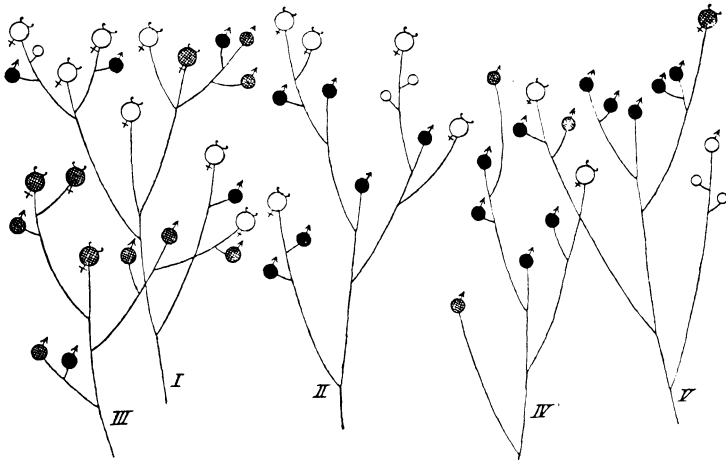


Fig. 9. *Geum intermedium*. Schemata von andromonözischen Infloreszenzen; Erklärung im Text. I—III von einer stark zwittrigen, IV und V von einer stark männlichen Pflanze.

dadurch in einem gewissen Gegensatz zu *Satureia*, daß die Kurve ihr Maximum nahe am Ende der Blütezeit zeigt und das zweite Minimum nicht so tief liegt, wie das erste (1907, S. 140, G. A. 26, 526).

Wie *Geranium pratense* verhält sich auch *G. silvaticum*, von dem ich diesmal drei Individuen genauer untersucht habe. Zwei davon, A und B, waren stark gynomonözisch [in allen Blüten zusammen waren 34,4 und 33,7%¹⁾ der Antheren tauglich], die dritte, C, dagegen war fast zwittrig (92,7% der Antheren waren tauglich). Es wurden sämtliche Blüten aller drei Stöcke untersucht, die sich überhaupt öffneten, zur Markierung wurde ein Kelchzipfel gestutzt. In Fig. 10 sind die Kurven für die Prozentzahl an untauglichen

¹⁾ Die Übereinstimmung zwischen A und B, die angesichts der relativ geringen Blützahl (137 und 164) um so auffälliger ist, kann daher rühren, daß beide Teile eines Stockes sind, obwohl sie, als sie wegen ihrer abweichenden Blütenfarbe ausgegraben wurden, zwar nahe beieinander standen, aber sicher getrennte Pflanzen waren.

Staubgefäßen gezeichnet, also Kurven, die den Grad der „Weiblichkeit“ angeben, wie die Kurven bei *Satureia*. Die zugehörigen Daten findet man als Tabelle K im Anhang (S. 597); sie gibt aber die absoluten und die Prozentzahlen an tauglichen Staubgefäßen an. Diese Prozentzahl wurde natürlich so bestimmt, daß die für die jedesmal untersuchte Zahl von Blüten überhaupt mögliche Zahl der Staubgefäße (10 pro Blüte) gleich 100 gesetzt wurde. So fanden sich z. B. am 17. Mai in den 17 offenen Blüten von A 0, 2, 0, 2, 3, 3, 4, 1, 2, 2, 0, 4, 0, 2, 5, 1, 5, zusammen also 36 taugliche Staubgefäße, statt 170, was 21% ausmacht, und am 18. Mai, wieder bei A, in 11 Blüten 6, 4, 2, 2, 7, 4, 10, 9, 6, 2, 4, zusammen also 56 taugliche Staubgefäße, statt 110, woraus sich 51% berechnen. Um die für die Kurve nötigen Prozentzahlen der untauglichen Staubgefäße zu erhalten, braucht man diese Zahlen nur von 100 abzuziehen. Man sieht aus Fig. 10 sofort, daß sich die Kurven a und b für die beiden gleich stark gynomonözischen Stöcke A und B fast decken¹⁾, und daß auch die Kurve c der sehr schwach gynomonözischen Pflanze C denselben charakteristischen Verlauf hat, nur daß der zweite, schon bei A und B schwächer und unregelmäßig ausfallende Gipfel (am Ende der Blütezeit) fast verschwunden ist. — Daß die Kurve bei *Geranium* jener bei *Satureia* nur spiegelbildlich gleich ist (indem rechts und links vertauscht sind, man vgl. Fig. 4), liegt im letzten Grund an inneren, erblichen Anlagen (1907, S. 140, G. A. 26, 526).

Da jeder Stock des *Geranium silvaticum* mehrere blühende Triebe bildete und diese sich nicht ganz gleichzeitig entwickelten, wird der Verlauf der Kurve auch hier noch deutlicher, wenn man die einzelnen Triebe für sich betrachtet. Ich habe bei mehreren während der ganzen Blütezeit jede sich öffnende Blüte in ein Schema eingetragen; in Fig. 11 sind zwei davon, eines von Pflanze A und eines von Pflanze B, wiedergegeben. Jede Blüte ist durch einen Kreis bezeichnet, in den die Zahl der tauglichen Antheren eingeschrieben ist; die neben dem Kreis stehende Zahl gibt das Datum jenes Tages (im Mai) an, an dem sich die Blüte öffnete. Knospen, die, ohne sich zu öffnen,

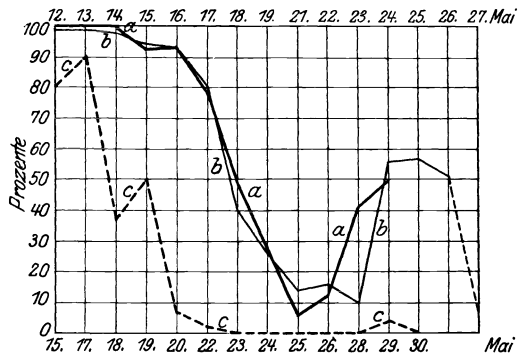


Fig. 10. *Geranium silvaticum*. Kurve der untauglichen Antheren, a, b von den stark gynomonözischen Stöcken A, B, c von dem schwach gynomonözischen Stock C. Oben beziehen sich die Datumsangaben auf a und b, unten auf c.

¹⁾ Daß die Kurve b am Schluß noch einmal sinkt, ist eine jener Zufälligkeiten, die durch das geringe Material (laut Tabelle K nur zwei Blüten) bedingt sind.

vertrockneten, sind durch einen kleineren Kreis mit einem Punkt drin bezeichnet.

Bei *Geranium silvaticum* ist der blühende Trieb, wie bei *Geranium Robertianum* usw., ein dichasisches Zweigsystem mit Wickeltendenz und Förderung aus dem zweiten der opponierten Vorblätter¹⁾, wobei aber die Zweige, statt mit Einzelblüten, mit zweiblütigen Gruppen, aus einer terminalen und einer seitlichen Blüte bestehend, abschließen. Die Wickeltendenz tritt schon früh, mit dem zweiten, ausnahmsweise dem dritten Stockwerk (bei A rechts) hervor. Das Zeitintervall im Aufblühen der beiden zusammengehörigen Blüten wird, wie man aus den beigefügten Daten leicht ersieht, in den höheren Stockwerken

etwas größer; während es im untersten, ersten höchstens zwei Tage beträgt, kann es in den obersten drei Tage und mehr ausmachen.

Mit der Nummer der Stockwerke im Dichasium von unten nach oben nimmt auch die Zahl der tauglichen Antheren in den zugehörigen Blüten zu; zuletzt zeigt sich wieder eine Abnahme. Tabelle 11 zeigt das deutlich, sie bezieht sich auf die beiden in Fig. 11 gezeichneten Infloreszenzen der Stöcke A und B.

Man sieht sofort, daß die Prozentzahlen wieder im Sinne der in Fig. 10 gezeichneten Kurven verlaufen.

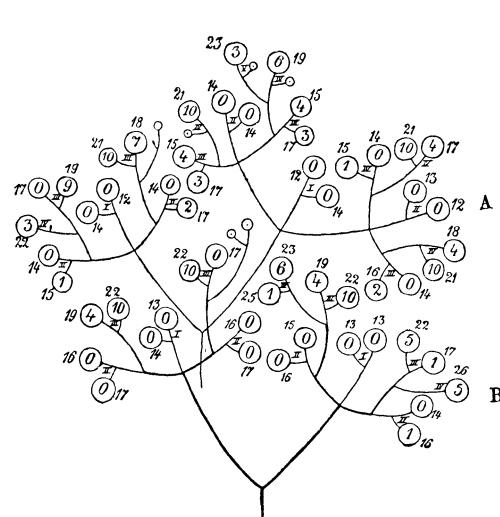


Fig. 11. *Geranium silvaticum*. Schemata blühender Triebe von stark gynomonözischem Pflanzen, A von Stock A, B von Stock B; Erklärung im Text.

Auch in den zweiblütigen Gruppen ist ein Unterschied zwischen der Hauptblüte und der Seitenblüte nachweisbar, derart, daß fast ausnahmslos

Tabelle 11.

Stockwerk (von unten nach oben)	Pflanze A		Pflanze B	
	Zahl der Blüten	Zahl der taug- lichen Staubgefäße	Zahl der Blüten	Zahl der taug- lichen Staubgefäße
I	4	0 (0%)	2	0 (0%)
II	8	3 (4%)	8	1 (1%)
III	10	43 (43%)	8	44 (55%)
IV	7	47 (67%)	3	12 (40%)
V	1	3 (30%)		

¹⁾ EICHLER, Blütendiagramme, Bd. II, S. 293.

die Hauptblüte weniger taugliche Staubgefäße enthält, als die Seitenblüte (nur in der obersten Etage des blühenden Triebes ist es hie und da umgekehrt). So kommen an dem Sprosse, der in Fig. 11 als A wiedergegeben ist, bei 14 Paaren auf 23 taugliche Antheren in den Hauptblüten 50 in den Seitenblüten, und bei den 11 Paaren des Sprosses B auf 15 taugliche Antheren in den Hauptblüten 37 taugliche in den Seitenblüten, also beide Male mehr als das Doppelte.

Was die Blüten mit tauglichen und untauglichen Staubgefäßen anbetrifft, so ist, wie bei *Geranium pratense* (1907, S. 162, und Fig. 4, G. A. 26, 545), auch bei *Geranium silvaticum* der Zusammenhang zwischen der Tauglichkeit der Antheren und der Größe der Petalen sehr deutlich. Ebenso auffällig ist jener zwischen der Tauglichkeit der Staubgefäße und der Dichogamie. Während wir in den 10-männigen Blüten bekanntlich sehr ausgesprochene Proterandrie finden, nimmt sie, parallel der Reduktion des Andröceum, ab, und die rein weiblichen Blüten zeigen gleich nach dem Öffnen vollentwickelte Narben, zu einem Zeitpunkt, wo die 10-männigen im rein männlichen Stadium sind. Im übrigen schien die Proterandrie auch bei den zwittrigen Blüten meiner gynomonözischen Stöcke merklich schwächer ausgeprägt zu sein, als bei den Blüten eines rein zwittrigen Stockes.

Wenn bei den Geraniaceen Staubgefäße als Gattungscharakter (*Erodium*) oder als Artmerkmal (*Geranium pusillum*) schwinden, sind es stets die epipetalen; die episepalen bleiben erhalten. Für *Geranium pratense* und *silvaticum* habe ich schon angegeben, daß bei den Bindegliedern zwischen zwittrigen und weiblichen Blüten dies Gesetz nicht gilt, so wenig wie das für die Labiaten gültige bei *Satureia*, daß vielmehr beide Kreise betroffen werden (1907, S. 135, G. A. 26, 522). Nun kann ich für *Geranium silvaticum* einige Belege geben. In den untersuchten 43 Übergangsblüten des Stockes A waren 213 Staubgefäße tauglich, und zwar 131 epipetale und 82 episepale, und in den 79 derartigen Blüten des Stockes B waren 354 tauglich, 220 epipetale und 134 episepale. Beide Male fielen also auf die epipetalen 62% und auf die episepalen 38%. Gerade der sonst zum Schwinden neigende innere Kreis bleibt also leichter erhalten, und die Übereinstimmung, die hierin zwischen A und B herrscht, zeigt, daß kein Zufall vorliegt.

Man würde sich aber täuschen, wollte man annehmen, daß, wenn überhaupt Staubgefäße normal erhalten bleiben, die epipetalen unter allen Umständen im Vorzug wären, und die episepalen nur dann auch daran kämen, wenn alle epipetalen normal ausgebildet sind. Umgekehrt ist das Auftreten der episepalen offenbar auch keine reine Zufallssache: zunächst werden, soweit meine Erfahrungen reichen, freilich nur epipetale Antheren normal ausgebildet, dann treten auch normale episepale auf, und eine kurze Zeit hindurch scheinen diese sogar etwas häufiger zu sein als normale epipetale; das zeigte sich sowohl bei Pflanze A als auch bei Pflanze B.

Wie die Geranien verhält sich, nach freilich geringem Material, *Silene orientalis* (1907, S. 135, G. A. 26, 522), während bei *Silene inflata* umgekehrt die epipe-

talen Antheren — die bei den 5-zähligen Silenenblüten geschwunden sind — wirklich auch etwas im Nachteil zu sein scheinen. In 116 Blüten, die ich genauer studierte, und die zu 19 verschiedenen Stöcken gehörten, waren noch 575 Staubgefäße normal ausgebildet, und zwar 267 (= 46%) epipetale und 308 (= 54%) epispale. Die einzelnen Stöcke zeigten bald den epispalen, bald den epipetalen Kreis bevorzugt, so daß der ganze Unterschied möglicherweise doch nur zufälliger Natur ist.

Bei den trimonözischen Pflanzen werden die zuerst angelegten Blüten weiblich, die zuletzt angelegten männlich; die dazwischen stehenden sind zwittrig (1907, S. 141, G. A. 26, 527). Zu den schon früher angegebenen Beispielen: *Dimorphothea*¹⁾, *Lilaea*, *Myriophyllum*, kann ich ein neues, *Poterium Sanguisorba*²⁾ fügen. Hier stehen (im Gegensatz zu den andern genannten Arten) in den Köpfchen die weiblichen Blüten oben, die männlichen unten (die zwittrigen dazwischen), aber die Entwicklung erfolgt auch nicht in ansteigender Richtung, wie bei jenen, sondern in absteigender; die weiblichen Blüten sind die ältesten, die männlichen die jüngsten.

III. Die Grösse der gynomonözischen und weiblichen Stöcke der *Satureia hortensis*.

DARWIN³⁾ hatte seine eine „zwittrige“ Pflanze „rather larger“ als die zehn weiblichen gefunden, und aus meinen Wägungen von 161 „zwittrigen“ und 548 weiblichen Stöcken im Jahre 1903⁴⁾ ging sogar ein auffallend höheres Durchschnittsgewicht der gynomonözischen hervor (2,8 g statt 1,5 g). Ich habe aber schon damals Zweifel an dem Ergebnis geäußert⁵⁾ und seitdem (1907, S. 156, G. A. 26, 540) hervorgehoben, daß der Unterschied in Wirklichkeit schon deshalb nicht so groß sein werde, weil ich bei diesen Wägungen, die ich im ersten Jahre der Versuche angestellt hatte, das Weiblichwerden der gynomonözischen Stöcke unter ungünstigen Einflüssen noch nicht genügend kannte und deshalb auch kümmerliche „pseudogyne“ gynomonözische Pflanzen unter die echten weiblichen gebracht hatte, was deren Durchschnittsgewicht herabdrücken mußte.

Ich habe nun im verflossenen Jahr die in Töpfen gezogenen Versuchspflanzen, 450 gynomonözische und 333 weibliche, zu einer neuen Gewichtsbestimmung benutzt. Diesmal war nicht nur das Geschlecht jeder Pflanze wiederholt genau bestimmt worden, die einzelnen Pflanzen befanden sich auch alle unter annähernd gleichen Entwicklungsbedingungen. In jeden

¹⁾ Eine Abbildung des Längsschnittes durch das Köpfchen mit fast reifen Früchtchen habe ich seitdem (Die Bestimmung u. Vererbung d. Geschlechtes usw., S. 20, Fig. 2) gegeben.

²⁾ Vgl. z. B. A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechterverteilung bei den Pflanzen, II. Biblioth. Botan. Heft 17, 1890, S. 69.

³⁾ CH. DARWIN, Different Forms of Flowers, p. 303.

⁴⁾ C. CORRENS, Experimentelle Untersuchungen über die Gynodioecie. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. XXII, S. 509, G. A. 17, 400.

⁵⁾ a. a. O., S. 509, Anm. 1, G. A. 17, 400, Anm. 1.

Topf, von 16 cm lichter Weite und mit derselben Erde gefüllt, waren wo möglich 12 Keimlinge pikiert worden, doch war das lange nicht bei allen Versuchsnummern möglich, auch gingen nachträglich hie und da Pflänzchen zugrunde. Mitte August wurden die Stöcke dicht über der Erde abgeschnitten; alle in einem Topf befindlichen kamen zusammen sofort auf die Wage. Ihr Gewicht wurde nur bis auf 1 g bestimmt; eine größere Genauigkeit war bei den individuellen Schwankungen unnötig. Tabelle 12 gibt die Resultate für die einzelnen Versuche, nach dem Durchschnittsgewicht für eine Pflanze geordnet.

Tabelle 12.

± z w i t t r i g e P f l a n z e n				w e i b l i c h e P f l a n z e n			
Nr. des Versuches	Zahl der gewog. Pflanzen	Gewicht in g	Mittleres Gewicht einer Pflanze in g	Nr. des Versuches	Zahl der gewog. Pflanzen	Gewicht in g	Mittleres Gewicht einer Pflanze in g
51	36	246	6,8	15	12	51	4,3
49	57	394	6,9	23	8	47	5,8
25	20	154	7,7	16	14	86	6,2
52	54	425	7,9	17	13	85	6,5
50	52	418	8,0	18	24	158	6,6
40	2	18	9,0	19	33	241	7,3
27	5	45	9,0	30	58	453	7,8
26	26	237	9,1	37	25	203	8,1
46	53	484	9,1	14	23	191	8,3
48	62	574	9,3	36	27	225	8,3
39	17	193	9,4	35	11	96	8,7
44	20	305	9,7	31	36	331	9,2
43	30	163	10,2	32	30	308	10,3
45	16	161	10,2	33	16	213	13,3
				34	3	45	15,1
zu- sammen	450	3817	8,48	zu- sammen	333	2733	8,34
Zahl der Töpfe: 45; also 10,0 Pflanzen pro Topf.				Zahl der Töpfe: 30; also 11,1 Pflanzen pro Topf.			

Man sieht, daß bei den einzelnen Versuchen das kleinste (6,8 g) und größte (10,2 g) Durchschnittsgewicht der gynomonözischen Pflanzen innerhalb der Grenzen liegt, die durch das kleinste (4,3 g) und größte (13,3 resp. 15,1 g) Durchschnittsgewicht der weiblichen Pflanzen gegeben sind, und daß das mittlere Gewicht aller (450) gynomonözischen Pflanzen: 8,48 g, nur wenig größer ist als das aller (333) weiblichen Pflanzen: 8,34 g; setzt man jenes gleich 100, so beträgt dieses etwa 97, ist also nur um 3% geringer. Erwägt man nun noch, daß die gynomonözischen Pflanzen unbeabsichtigt doch etwas günstigere Entwicklungsbedingungen erhalten hatten (es stand, wie am Fuß der Tabelle 12 gezeigt ist, immer 10 gynomonözischen Pflanzen dieselbe Menge Erde zu Gebot, wie 11 weiblichen Pflanzen), so liegt es nahe, anzunehmen, daß unter völlig identischen äußeren Bedingungen die mehr oder

weniger zwittrigen und die weiblichen Pflanzen überhaupt keinen wirklichen Größenunterschied zeigen, daß also die Größe bei *Satureia hortensis* keinen sekundären Geschlechtscharakter abgibt.

Für die übrigen von mir untersuchten Gynodiözisten (*Silene*, *Plantago*, *Knautia*, *Scabiosa*) liegen mir keine genauen Bestimmungen vor. Auffallend kleiner (leichter) können die Weibchen aber auch hier nicht sein. Damit stimmt auch, was aus einem Studium der Literatur hervorgeht: die weiblichen Pflanzen sind bald kleiner (*Digitalis* nach LUDWIG), bald größer (*Lycopus europaeus* und *Echium vulgare* nach SCHULZ) gefunden worden. Dagegen ist bei den Androdiözisten, soviel wir zurzeit wissen, die männliche Pflanze durchschnittlich wohl sicher wirklich kleiner als die zwittrige, also eine Größendifferenz als sekundärer Geschlechtscharakter vorhanden. Auch hier muß man natürlich im Auge behalten, daß andromonözische Exemplare durch schlechte Ernährung männlich werden; nimmt man aber die Zahl der gebildeten Blüten als Maßstab, so ist bei *Geum intermedium* durch Beobachtung derselben Stöcke während einiger Jahre leicht zu zeigen, wie die männlichen Stöcke schwächer sind als die stark andromonözischen und diese schwächer als die fast rein zwittrigen.

Anhang.

Tabelle A. Zu Versuch A, vgl. S. 569.

Periode	Datum	Gesamtzahl der Blüten	I zwittrig	II zwittrig Staubgef. ± verkümm.	III zwittrig Staubgef. alle kontakteszent	IV weiblich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve a, III und IV zusammen in %
1	5. 7.—10. 7.	8	4	4	—	—	50	50	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	16	8	8	—	—	50	50	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	35	28	5	2	—	80	14	6	—	6
4	21. 7.—25. 7.	54	52	2	—	—	96	4	—	—	—
5	26. 7.—30. 7.	195	187	3	1	4	96	2	1	2	3
6	31. 7.—4. 8.	165	156	4	2	3	95	2	1	2	3
7	5. 8.—9. 8.	310	293	7	2	8	95	2	1	2	3
8	10. 8.—14. 8.	214	142	10	5	57	66	5	2	27	29
9	15. 8.—19. 8.	82	39	4	4	35	48	5	5	43	48
10	20. 8.—24. 8.	54	21	4	3	26	39	7	6	48	54
11	25. 8.—29. 8.	24	1	5	5	13	4	21	21	54	75
12	30. 8.—3. 9.	17	1	—	6	10	6	—	35	59	94
13	4. 9.—8. 9.	7	—	1	—	6	—	14	—	86	86
14	9. 9.—13. 9.	4	—	—	—	4	—	—	—	100	100
15	14. 9.—18. 9.	2	—	—	—	2	—	—	—	100	100
16	19. 9.—23. 9.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	12. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	22. u. 24. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen:		1187	932	57	30	168	78,5	4,8	2,5	14,2	16,7

Tabelle B. Zu Versuch B, vgl. S. 570.

Periode	Datum	Gesamt- zahl der Blüten	I zwitter- rig	II zwitterig Staub- gef. ± ver- küm.	III zwitterig Staub- gef. alle konta- beszent	IV weib- lich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve b III und IV zu- sam- men in %
1	5. 7.—10. 7.	6	1	5	—	—	17	83	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	6	2	4	—	—	33	67	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	17	16	—	1	—	94	—	6	—	6
4	21. 7.—25. 7.	26	23	2	1	—	88	8	4	—	4
5	26. 7.—30. 7.	92	84	8	—	—	91	9	—	—	—
6	31. 7.—4. 8.	76	65	5	—	6	86	7	—	8	8
7	5. 8.—9. 8.	90	77	4	2	7	86	4	8	8	10
8	10. 8.—14. 8.	69	23	3	1	42	33	4	1	61	62
9	15. 8.—19. 8.	23	3	2	3	15	13	9	13	65	78
10	20. 8.—24. 8.	9	2	—	—	7	22	—	—	78	78
11	25. 8.—29. 8.	5	—	—	1	4	—	—	25	75	100
12	30. 8.—3. 9.	12	—	—	2	10	—	—	17	83	100
13	4. 9.—8. 9.	3	—	—	—	3	—	—	—	100	100
14	9. 9.—13. 9.	3	—	—	—	3	—	—	—	100	100
15	14. 9.—18. 9.	4	—	—	—	4	—	—	—	100	100
16	19. 9.—23. 9.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	12. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	22. u. 24. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen:		441	296	33	11	101	67,1	7,5	2,5	22,9	25,4

Tabelle C. Zu Versuch C, vgl. S. 571.

Periode	Datum	Gesamt- Zahl der Blüten	I zwitter- rig	II zwitterig Staub- gef. ± ver- küm.	III zwitterig Staub- gef. alle konta- beszent	IV weib- lich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve c, III und IV zu- sam- men in %
1	5. 7.—10. 7.	13	12	1	—	—	92	8	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	15	13	2	—	—	87	13	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	30	30	—	—	—	100	—	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	38	36	—	2	—	95	—	5	—	5
5	26. 7.—30. 7.	74	73	—	—	1	99	—	—	1	1
6	31. 7.—4. 8.	45	44	1	—	—	98	2	—	—	—
7	5. 8.—9. 8.	42	34	1	4	3	81	2	10	7	17
8	10. 8.—14. 8.	28	4	4	3	14	14	14	21	50	71
9	15. 8.—19. 8.	15	—	—	7	8	—	—	47	53	100
10	20. 8.—24. 8.	14	—	—	1	13	—	—	7	93	100
11	25. 8.—29. 8.	21	—	—	—	21	—	—	—	100	100
12	30. 8.—3. 9.	20	—	—	—	20	—	—	—	100	100
13	4. 9.—8. 9.	5	—	—	—	5	—	—	—	100	100
14	9. 9.—13. 9.	10	—	—	—	10	—	—	—	100	100
15	14. 9.—18. 9.	3	—	—	—	3	—	—	—	100	100
16	19. 9.—23. 9.	5	—	—	—	5	—	—	—	100	100
17	12. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	22. u. 24. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen:		378	246	9	20	103	65,1	2,4	5,3	27,2	32,5

Tabelle D. Zu Versuch D, vgl. S. 572.

Periode	Datum	Gesamtzahl der Blüten	I zwitterig	II zwitterig Staubgef. ± verkümm.	III zwitterig Staubgef. alle kontakbesetzt	IV weiblich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve d. III und IV zusammen in %
1	5. 7.—10. 7.	13	6	7	—	—	46	54	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	6	5	1	—	—	83	17	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	47	43	4	—	—	91	9	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	66	61	4	—	1	92	6	—	2	2
5	26. 7.—30. 7.	190	178	5	3	4	94	3	1	2	3
6	31. 7.—4. 8.	129	125	2	1	1	97	2	1	1	2
7	5. 8.—9. 8.	161	104	21	35	1	65	13	22	1	23
8	10. 8.—14. 8.	68	2	2	63	1	3	3	93	1	94
9	15. 8.—19. 8.	40	—	—	39	1	—	—	98	2	100
10	20. 8.—24. 8.	258	—	—	165	93	—	—	64	36	100
11	25. 8.—29. 8.	174	—	—	61	113	—	—	35	65	100
12	30. 8.—3. 9.	177	—	—	3	174	—	—	2	98	100
13	4. 9.—8. 9.	310	—	1	1	308	—	—	—	100	100
14	9. 8.—13. 9.	291	—	—	—	291	—	—	—	100	100
15	14. 9.—18. 9.	150	—	—	—	150	—	—	—	100	100
16	19. 9.—23. 9.	114	1	11	—	102	1	10	—	89	89
17	12. 10.	1	—	—	—	1	—	—	—	100	100
18	22. u. 24. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen:		2185	525	58	361	1241	24,0	2,6	16,5	56,8	73,3

Tabelle E. Zu Versuch E, vgl. S. 573.

Periode	Datum	Gesamtzahl der Blüten	I zwitterig	II zwitterig Staubgef. ± verkümm.	III zwitterig Staubgef. alle kontakbesetzt	IV weiblich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve e. III und IV zusammen in %
1	5. 7.—10. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	5	—	1	1	3	—	20	20	60	80
5	26. 7.—30. 7.	33	15	2	1	15	45	6	3	45	48
6	30. 7.—4. 8.	21	16	—	1	4	76	—	5	19	24
7	5. 8.—9. 8.	37	19	2	3	13	51	5	8	35	43
8	10. 8.—14. 8.	15	5	2	2	6	33	13	13	40	53
9	15. 8.—19. 8.	12	1	1	2	8	8	8	17	67	84
10	20. 8.—24. 8.	10	—	—	1	9	—	—	10	90	100
11	25. 8.—29. 8.	16	—	—	1	15	—	—	6	94	100
12	30. 8.—3. 9.	25	—	—	—	25	—	—	—	100	100
13	4. 9.—8. 9.	19	1	1	1	16	5	5	5	84	89
14	9. 9.—13. 9.	5	—	—	1	4	—	—	20	80	100
15	14. 9.—18. 9.	33	—	—	1	32	—	—	3	97	100
16	19. 9.—23. 9.	37	—	—	—	37	—	—	—	100	100
17	12. 10.	66	—	—	—	66	—	—	—	100	100
18	22. u. 24. 10.	5	—	—	—	5	—	—	—	100	100
zusammen:		339	57	9	15	258	16,8	2,7	4,4	76,1	80,5

Tabelle F. Zu Versuch F, vgl. S. 575.

Periode	Datum	Gesamt- zahl der Blüten	I zwitter- rig	II zwitter- rig Staub- gef. ± ver- kümm.	III zwitter- rig Staub- gef. alle konta- beszent	IV weib- lich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve I, III und IV zu- sam- men in %
1	5. 7.—10. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	21	—	1	9	11	—	5	43	52	95
5	26. 7.—30. 7.	25	15	1	—	9	60	4	—	36	36
6	31. 7.—4. 8.	18	14	—	—	4	78	—	—	22	22
7	5. 8.—9. 8.	37	18	6	2	11	49	16	5	30	35
8	10. 8.—14. 8.	11	1	1	4	5	9	9	36	45	81
9	15. 8.—19. 8.	38	5	1	6	26	13	3	16	68	84
10	20. 8.—24. 8.	39	1	—	3	35	3	—	8	90	98
11	25. 8.—29. 8.	36	1	—	—	35	3	—	—	97	97
12	30. 8.—3. 9.	56	3	—	—	53	5	—	—	95	95
13	4. 9.—8. 9.	41	2	2	—	37	5	5	—	90	90
14	9. 9.—13. 9.	51	1	1	—	49	2	2	—	96	96
15	14. 9.—18. 9.	36	1	—	—	35	3	—	—	97	97
16	19. 9.—23. 9.	39	—	—	—	39	—	—	—	100	100
17	12. 10.	16	—	—	—	16	—	—	—	100	100
18	22. u. 24. 10.	1	—	—	—	1	—	—	—	100	100
zusammen:		465	62	13	24	366	13,3	2,8	5,2	78,7	83,9

Tabelle G. Zu Versuch G, vgl. S. 577.

Periode	Datum	Gesamt- zahl der Blüten	I zwitter- rig	II zwitter- rig Staub- gef. ± ver- kümm.	III zwitter- rig Staub- gef. alle konta- baszent	IV weib- lich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve G, III und IV zu- sam- men in %
1	5. 7.—10. 7.	6	3	2	—	1	50	33	—	17	17
2	11. 7.—15. 7.	15	9	6	—	—	60	40	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	38	32	6	—	—	84	16	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	70	67	2	—	1	96	3	—	1	1
5	26. 7.—30. 7.	204	189	2	1	12	93	1	—	6	6
6	31. 7.—4. 8.	212	196	4	—	12	92	2	—	6	6
7	5. 8.—9. 8.	306	294	7	1	4	96	2	—	1	1
8	10. 8.—14. 8.	400	289	22	5	84	72	6	1	21	22
9	15. 8.—19. 8.	364	169	24	1	170	46	7	—	47	47
10	20. 8.—24. 8.	318	138	38	4	138	44	12	1	44	45
11	25. 8.—29. 8.	363	98	38	3	224	27	10	1	62	63
12	30. 8.—3. 9.	296	88	31	1	176	30	10	—	59	59
13	4. 9.—8. 9.	199	36	32	—	131	18	16	—	66	66
14	9. 9.—13. 9.	131	16	4	1	110	12	3	1	84	85
15	14. 9.—18. 9.	83	1	4	—	78	1	5	—	94	94
16	19. 9.—23. 9.	69	2	3	—	64	3	4	—	93	93
17	12. 10.	24	—	—	—	24	—	—	—	100	100
18	22. u. 24. 10.	4	—	—	—	4	—	—	—	100	100
zusammen:		3102	1627	225	17	1233	52,4	7,2	0,5	39,7	40,2

Tabelle H. Zu Versuch H, vgl. S. 578.

Periode	Datum	Gesamtzahl der Blüten	I zwitterig	II zwittrig Staubgef. ± verkümm.	III zwittrig Staubgef. alle kontakbesent	IV weiblich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve h, III und IV zusammen in %
1	5. 7.—10. 7.	9	6	3	—	—	66	33	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	13	11	1	—	1	85	8	—	8	8
3	16. 7.—20. 7.	34	30	4	—	—	88	12	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	63	58	4	1	—	92	6	2	—	2
5	26. 7.—30. 7.	185	171	6	5	3	92	3	3	2	5
6	31. 7.—4. 8.	180	167	5	1	7	93	3	1	4	5
7	5. 8.—9. 8.	256	239	3	2	12	93	1	1	5	6
8	10. 8.—14. 8.	311	212	21	4	74	68	7	2	24	26
9	15. 8.—19. 8.	253	120	25	1	107	47	10	—	42	42
10	20. 8.—24. 8.	279	111	27	1	140	40	10	1	50	51
11	25. 8.—29. 8.	273	83	27	1	162	30	10	—	59	59
12	30. 8.—3. 9.	221	84	32	4	101	37	14	2	46	48
13	4. 9.—8. 9.	147	40	19	1	87	27	13	1	59	60
14	9. 9.—13. 9.	66	13	5	1	47	20	8	2	71	73
15	14. 9.—18. 9.	22	4	—	—	18	18	—	—	82	82
16	19. 9.—23. 9.	11	1	—	1	9	9	—	9	82	91
17	12. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	22. u. 23. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen:		2323	1350	182	23	768	58,11	7,85	0,99	33,06	34,05

Tabelle I. Zu Versuch J, vgl. S. 579.

Periode	Datum	Gesamtzahl der Blüten	I zwitterig	II zwittrig Staubgef. ± verkümm.	III zwittrig Staubgef. alle kontakbesent	IV weiblich	I in %	II in %	III in %	IV in %	Kurve i, III und IV zusammen in %
1	5. 7.—10. 7.	3	3	—	—	—	100	—	—	—	—
2	11. 7.—15. 7.	8	8	—	—	—	100	—	—	—	—
3	16. 7.—20. 7.	32	32	—	—	—	100	—	—	—	—
4	21. 7.—25. 7.	34	33	1	—	—	97	3	—	—	—
5	26. 7.—30. 7.	85	77	6	—	2	91	7	—	2	2
6	31. 7.—4. 8.	65	61	1	—	3	94	2	—	5	5
7	5. 7.—9. 8.	76	59	5	4	8	78	7	5	11	16
8	10. 8.—14. 8.	90	33	11	1	45	37	12	1	50	51
9	15. 8.—19. 8.	77	28	6	4	39	36	8	5	51	56
10	20. 8.—24. 8.	63	13	7	—	43	21	11	—	68	68
11	25. 8.—29. 8.	67	16	6	—	45	24	9	—	67	67
12	30. 8.—3. 9.	57	15	2	2	38	26	4	4	67	71
13	4. 9.—8. 9.	40	3	4	—	33	8	10	—	82	82
14	9. 9.—13. 9.	22	2	2	—	18	9	9	—	82	82
15	14. 9.—18. 9.	15	1	1	—	13	7	7	—	87	87
16	19. 9.—23. 9.	14	1	1	—	12	7	7	—	86	86
17	12. 10.	8	—	—	—	8	—	—	—	100	100
18	22. u. 24. 10.	1	—	—	—	1	—	—	—	100	100
zusammen:		757	385	53	11	308	50,9	7,0	1,5	40,7	42,2

Tabelle K. Zu S. 587.

	zu- sammen	M a i															
		12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	
Pflanze A:																	
Zahl der Blüten . .	137	7	10	21	17	6	17	11	9	12	11	10	6				
Zahl d. taugl. Anth. .	472	0	0	0	12	4	36	56	65	113	97	59	30				
in %	34,4	0	0	0	7,1	6,7	21	51	72	94	88	59	50				
Pflanze B:																	
Zahl der Blüten . .	164	5	17	18	16	12	23	8	8	8	13	10	12	6	6	2	
Zahl d. taugl. Anth.	553	0	0	2	7	7	42	47	58	68	108	89	52	25	29	19	
in %	33,7	0	0	1,1	4,4	5,8	18,3	59	73	85	83	89	43	42	48	95	
Pflanze C:																	
		15. <th>17.</th> <th>18.</th> <th>19.</th> <th>21.</th> <th>22.</th> <th>23.</th> <th>24.</th> <th>25.</th> <th>26.</th> <th>28.</th> <th>29.</th> <th>30. Mai</th> <td colspan="2"></td>	17.	18.	19.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	28.	29.	30. Mai			
Zahl der Blüten . .	90	1	2	6	1	4	5	8	12	10	15	4	20	2			
Zahl d. taugl. Anth.	834	2	2	38	5	37	49	80	120	100	150	40	191	20			
in %	92,7	20	10	63	50	93	98	100	100	100	100	100	96	100			

29. Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung der gynodioecischen Pflanzen.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 26 a, H. 9, S. 686—701. 1908.

(Eingegangen am 23. November 1908.)

Versuche, über die ich an dieser Stelle schon wiederholt, zuletzt 1906¹⁾, berichtet habe, ergaben, daß sich bei den gynodioecischen Pflanzen die verschiedenen Geschlechtsformen aus ihren Samen vorwiegend bis ausschließlich wieder selbst hervorbringen, so daß also die Nachkommenschaft der zwittrigen Pflanzen wieder vorwiegend aus Zwittern, die der weiblichen vorwiegend aus Weibchen besteht. Es gilt das z. B. für *Silene inflata* und *Silene dichotoma*, für *Plantago lanceolata* usw. und geht auch, wenngleich nicht ganz so schlagend, aus den Versuchen RAUNKIAER's²⁾ mit *Thymus vulgaris* und *Knautia arvensis* hervor. Besonders leicht und scharf war es aber für *Satureia hortensis* nachzuweisen, von der ich nur zwei Formen, eine rein weibliche und eine gynomonoeische, keine rein zwittrige, für die Versuche verwenden konnte.

Wie ich schon an anderer Stelle (08, S. 661) hervorgehoben habe, trat die Neigung dieser zwei Formen, nur Pflanzen mit demselben Geschlecht hervorzubringen, im Laufe der Untersuchung von Jahr zu Jahr deutlicher hervor; bei den heurigen Aussaaten habe ich überhaupt keine einzige Pflanze beobachtet, die in ihrem Geschlecht von der Mutterpflanze abgewichen wäre. Die Ursache für das Verschwinden der gynomonoeischen Pflanzen in der Nachkommenschaft der Weibchen ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß ich erst nach und nach die echten Weibchen sicher von den im weiblichen

¹⁾ Im folgenden zitiere ich von früheren Arbeiten:

1905. Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie. Diese Berichte, Bd. XXIII, S. 452, G. A. 21, 453.

1906. Die Vererbung der Geschlechtsformen bei den gynodioecischen Pflanzen. Diese Berichte, Bd. XXIV, S. 459, G. A. 25, 498.

1908. Weitere Untersuchungen über die Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihre Beeinflußbarkeit. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. XLV, S. 661, G. A. 28, 565.

Wegen der übrigen Literatur verweise ich auf diese Arbeiten und das kritische Sammelreferat von E. BAUR in der Botanischen Zeitung. Bd. 65. Abt. II, Sp. 337. (1907.)

²⁾ C. RAUNKIAER, Sur la transmission par hérédité dans les espèces hétéromorphes. Acad. Royale des Sciences et des Lettres de Danemark. Bull. de l'année 1906, Nr. 1.

Stadium befindlichen Gynomonoecisten trennen lernte; es wird aber auch eine unbewußte Selektion zufällig Linien der gynomonoeischen und weiblichen Form getroffen haben, die ihren geschlechtlichen Charakter besonders rein überliefern. Nur so läßt sich das (fast) völlige Verschwinden der Weibchen unter der Nachkommenschaft der Gynomonoecisten und umgekehrt verstehen. Ermöglicht wurde das dadurch, daß ich immer mehr dazu überging, die Früchtchen einzelner Individuen getrennt auszusäen.

Indem ich Genaueres auf eine spätere Publikation verspare, gebe ich im folgenden wenigstens den schon veröffentlichten Stammbaum (G. A. 25, 504) meiner *Satureia*-Versuche auf die zwei letzten Jahre ausgedehnt. Im allgemeinen erklärt er sich wohl von selbst, nur wenig muß noch extra dazu bemerkt werden. Die einzelnen Versuche mit Pflanzen gleicher Abstammung sind nicht mehr, wie früher, zusammengezogen, sondern einzeln aufgeführt und zwar, um Platz zu sparen, unter-, nicht nebeneinander. Die Versuchsnummern wurden aus dem gleichen Grunde weggelassen und die gynomonoeischen Pflanzen einfach mit *z*, die weiblichen mit *w* bezeichnet. Ein ∞ vor dem Versuch deutet an, daß bei ihm die Früchtchen mehrerer Pflanzen (natürlich gleicher Herkunft und gleichen Geschlechtes) zusammen ausgesät worden waren; wo dies Zeichen fehlt, umfaßt der Versuch nur die Nachkommenschaft einer einzigen Pflanze.

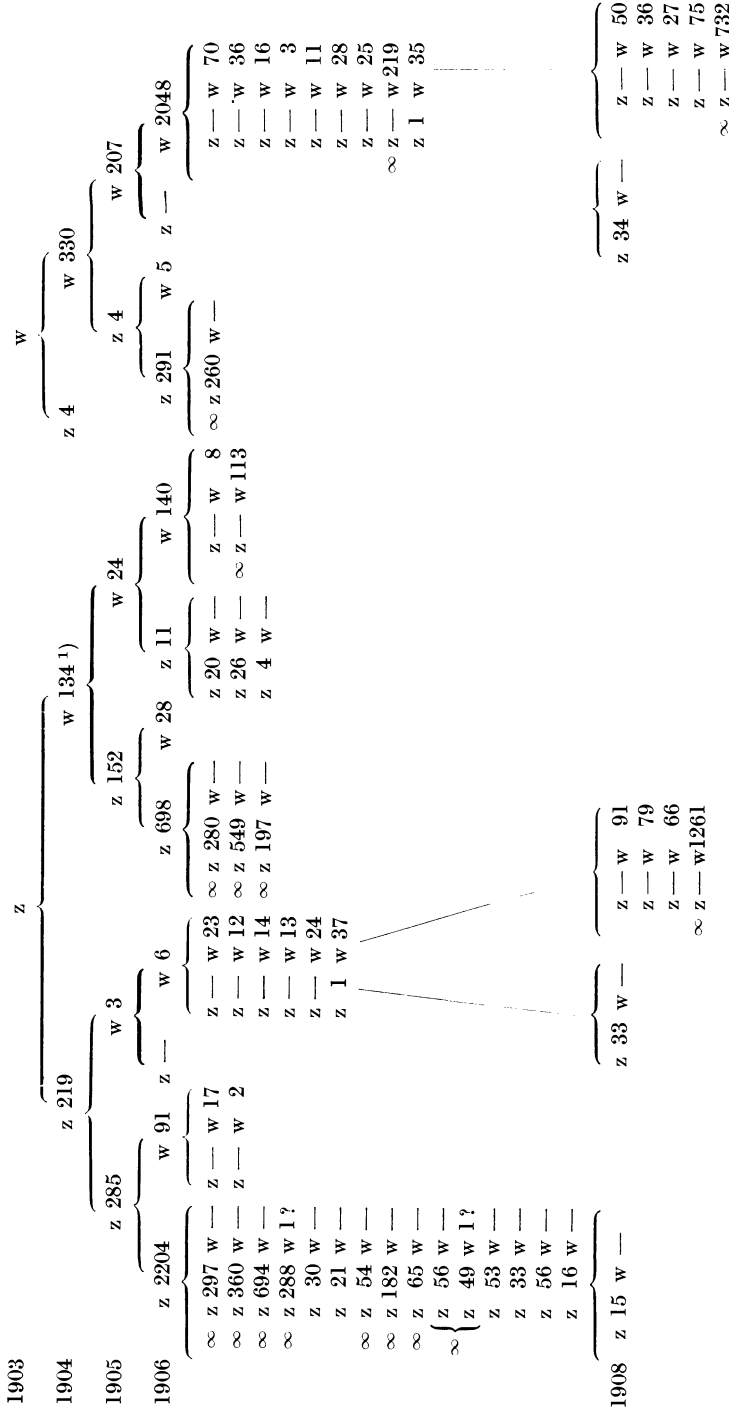
Im Jahre 1907 sind von den im Freiland ausgesäten Nummern — fast allen mit ∞ bezeichneten — nur die bis zum 1. August ermittelten Zahlen aufgenommen, weil das Geschlecht der Zwerge, die später mit dem Blühen beginnen, bei einmaliger Revision nicht sicher bestimmbar ist. In der Tat waren unter den nach dem 1. August gezählten Individuen der Nummern, die bis dahin nur gynomonoeische Pflanzen aufgewiesen hatten, meist ziemlich viel „Weibchen“, ganz gewiß nur Gynomonoecisten im weiblichen Zustand.

Beachtenswert ist auch, daß die zwei \pm zwittrigen Pflanzen, die 1907 einzig unter sonst lauter weiblichen aufgetreten waren¹⁾, 1908 nur ihresgleichen gegeben hatten, daß ihr Pollen — nach besonders angestellten Versuchen — auf die Weibchen genau ebenso gewirkt hatte, wie der der übrigen, gewöhnlichen Gynomonoecisten, und daß die zahlreichen geprüften weiblichen Schwesterpflanzen dieser beiden Pflanzen 1908 nur weibliche Nachkommen gaben.

Satureia hortensis verhält sich also ganz so, daß der Pollen der + zwittrigen Form gar keine andere Rolle bei der Bildung der

¹⁾ Obwohl alle Sorgfalt angewendet worden war, die mir möglich schien, halte ich es nicht für ganz ausgeschlossen, daß die Früchtchen, die die 2 gynomonoeischen Pflanzen gaben, doch zufällig unter die Früchtchen der weiblichen Exemplare gelangt waren.

Stammbaum für *Satureia*.



1) Es waren das fast ausschließlich gynomonoeische Pflanzen im letzten, weiblichen Zustand, keine echten Weibchen; vgl. G. A. 21, 458.
 Das Fragezeichen deutet an, daß die betreffenden w befundenen Pflanzen vielleicht nur Zwitter waren, die zufällig gerade nur weibliche Blüten offen hatten, ∞ ist dem Versuch vorgesetzt, wenn die Früchtchen mehrerer, nach Herkunft und Geschlecht gleicher Pflanzen zusammen ausgesät worden waren.

Nachkommen der weiblichen Form spielt, als die eines „Entwicklungsanregers“. Nun liegen hier nicht die beiden denkbar extremsten Geschlechtsformen einer gynodioecischen Pflanze vor, sondern ich hatte, außer der rein weiblichen Form, nur noch eine gynomonoeicische zur Hand, die zwar, unter den gewöhnlichen Entwicklungsbedingungen, im ganzen nur etwa 17 pCt. weibliche Blüten pro Pflanze hervorbringt (G. A. 28, 569), der rein zwittrigen Form also recht nahe steht, aber eben doch nicht rein zwittrig ist¹⁾. Ich habe dies nicht übersehen, vielmehr ausdrücklich darauf hingewiesen, die, wenn auch schwache, gynomonoeicische Tendenz der Pollenkörner könnte die Ursache sein, weshalb die weibliche Form sich so genau wieder selbst hervorbrächte. „Ein Teil der Schwankungen in der Zusammensetzung der Nachkommenschaft ist aber gewiß eine Folge davon, daß in den bisher besprochenen Versuchen die Bestäubung meist dem Zufall überlassen geblieben war. Bei *Satureia*, wo neben den rein weiblichen Stöcken nur noch gynomonoeicische in nicht sehr auffälligen Abstufungen vorkommen, wird die Herkunft des Pollens von geringem Einfluß sein. Anders dagegen in den Fällen, wo neben weiblichen und gynomonoeicischen Individuen noch rein zwittrige vorkommen, oder wo gar, wie bei *Silene inflata*, die Entwicklung von der Zwitterform aus zwei Richtungen eingeschlagen hat, die, die zur männlichen, und die, die zur weiblichen Pflanze führt“ (G. A. 25, 511).

Wenn die weibliche Form der *Satureia hortensis* mit dem Pollen der mir unbekannt, rein zwittrigen Stammform wirklich eine größere Anzahl Zwitter geben würde (was erst gezeigt werden müßte), so würde das erste der beiden Gesetze, die ich aus meinen Versuchsergebnissen abgeleitet habe, „daß jede Geschlechtsform Keimzellen mit der ihr eigenen Geschlechtstendenz hervorbringt“ (G. A. 21, 462), natürlich gar nicht getroffen; die Tendenz der Keimzellen der weiblichen Pflanzen müßte doch (fast) durchgängig weiblich und die der gynomonoeicischen (fast) durchgängig gynomonoeicisch sein. Es würde sich nur fragen, eine wie starke Einschränkung das zweite Gesetz, nach dem die Tendenz der phylogenetisch jüngeren, eingeschlechtlich gewordenen Form über die Tendenz der phylogenetisch älteren, zwittrig gebliebenen Form dominieren soll, erleiden müßte. Denn da die gynomonoeicische Form phylogenetisch jünger sein wird als die zwittrige, die rein weibliche aber jünger als beide, müßte man eigentlich ein ebenso vollkommenes Dominieren der weiblichen Form erwarten, wenn der Pollen von der reinen Zwitterform als wenn er von der gynomonoeicischen Form abstammte.

Weil eine reine Zwitterform der *Satureia hortensis* mir unbekannt ist, mußte ich, um den Einfluß des Pollens zu studieren, andere Objekte wählen,

¹⁾ Auch die Sippe „B“ (G. A. 28, 581) ist, nur in anderer Weise, gynomonoeicisch, soweit die Pflanzen nicht rein weiblich sind.

unter denen jene besonderes Interesse besitzen, wo die Entwicklung von der Zwitterform aus nicht nur die weibliche, sondern auch die männliche Richtung eingeschlagen hat. Ich habe schon früher kurz mitgeteilt, daß bei *Silene inflata* weibliche Stöcke, die sonst fast nur weibliche Nachkommen geben, in zwei Fällen nach der Bestäubung mit dem Pollen andromonoecischer (aber noch lange nicht rein männlicher) Pflanzen viel mehr \pm zwittrige und viel weniger weibliche Nachkommen (nur 35 pCt.) hervorbrachten (G. A. 25, 511). Diese Versuche über den Einfluß des Pollens sind fortgesetzt und auch auf andere Objekte ausgedehnt worden, ohne daß ich zurzeit zu einem befriedigenden Abschluß gekommen wäre. Es braucht, wenigstens unter den Bedingungen, unter denen ich arbeite, sehr lange, um genügend große Zahlen zu erhalten. Soviel ist aber schon sichergestellt, daß der Pollen hier überall einen Einfluß auf das Geschlecht der Nachkommenschaft haben kann.

Im folgenden gebe ich nur die Resultate einiger Versuche mit *Plantago lanceolata*, bei denen sich ein Einfluß des Pollens sicher zeigt, und wo ich so viel Nachkommen aufziehen konnte, daß der Zufall bei den Zahlen keine wesentliche Rolle mehr gespielt haben kann.

Plantago lanceolata empfiehlt sich für solche Versuche durch ihre Genügsamkeit, ihre auffallende Resistenz gegen allerhand Schädigungen und Schädlinge, ihre lange Blütezeit, ihre reichliche Samenproduktion (obschon in jeder Kapsel ja nur zwei Samen stecken) und, nicht zum wenigsten, dadurch, daß das Geschlecht der Blüten auch noch ziemlich lange Zeit nach dem Verblühen sicher festgestellt werden kann, wenigstens der Hauptsache nach. Dagegen sind ihre Windblütigkeit und ihre absolute oder doch fast absolute Selbststerilität Eigenschaften, die das Arbeiten sehr erschweren, aber für die Versuche, die hier mitgeteilt werden sollen, ohne viel Belang sind.

Bei *Plantago lanceolata* gibt es offenbar sehr zahlreiche erbliche Bindeglieder zwischen der rein zwittrigen und der rein weiblichen Form. Eine Tendenz zur Androdioecie konnte ich nicht feststellen; wenn die Blütenähren schlecht ansetzten, waren, soviel ich sah, andere Ursachen — ungenügende Bestäubung oder anomale Ausbildung des Griffels — schuld; die letztere Ursache ließ manchmal rein weibliche Stöcke sehr wenig fruchtbar erscheinen. Auch die Nachkommenschaft der einzelnen Individuen ist oft sehr mannigfach, besonders bei jener der ausgeprägten Zwischenstufen ist es auffällig, wie neben Pflanzen, die in ihrem Geschlechte der Mutterpflanze gleichen, noch andere Formen, oft die extremen, die weibliche und die zwittrige, auftreten (G. A. 25, 509).

In der Tabelle 1 ist zunächst zusammengestellt, wie viel Prozente rein weiblicher Pflanzen¹⁾ sich in der Nachkommenschaft einer Anzahl bestimmter

¹⁾ Rein gefüllt blühende Stöcke, bei denen die Staubgefäße in Füllblätter verwandelt sind, sind eingerechnet, solche mit lauter kontabeszenten Antheren jedoch nicht, obwohl sie physiologisch auch rein weiblich sind.

Tabelle 1.

Prozentzahlen an rein weiblichen Stöcken in der Nachkommenschaft bestimmter Stöcke von *Plantago lanceolata*, Bestäubung dem Zufall überlassen.

Nr. des Versuchs	Geschlecht der Pflanze	Zahl der Nachk.	Davon rein ♀ in pCt.	Nr. des Versuchs	Geschlecht der Pflanze	Zahl der Nachk.	Davon rein ♀ in pCt.
a 45	zwittrig, einzelne Antheren kontabeszent	13	0	s 30	zwittrig u. kontabeszent	40	40
b 27	zwittrig, vielleicht einzeln etwas kontabeszent	21	0	t 25	„zwittrig“	48	40
				u 18	„zwittrig“	60	50
c 1	zwittrig, schließlich einzelne Antheren eben taub	28	0	v 24	zwittrig, auch kontabeszent und weiblich	80	53
				w 15 (=6)	zwittrig und weiblich	96	58
d 16	zwittrig, einz. eingeschlossene Antheren ¹⁾	28	0	x 19	weiblich u. gefüllt, einzeln zwittrig	69	67
e 2 (=11)	zwittrig, einzelne Antheren kontabeszent	37	0	y 13 (=7)	weiblich u. gefüllt, z. T. auch zwittrig steckenbl. ¹⁾	139	67
f 3	zwittrig, ein Jahr (1905) ganz einzelne Anth. taub	40	0	z 31	„zwittrig u. weiblich, meist gefüllt“	53	68
g 4 (=12)	zwittrig	41	0	aa 26	„weiblich und gefüllt“	90	69
h 12 (=4)	zwittrig	85	0	ab 23	weiblich, gefüllt und meist geschlossen ²⁾	60	70
i 43	zwittrig, einzelne Antheren kontabeszent	186	0	ac 10	weiblich und gefüllt, einzeln zwittrig kontab.	7	71
k 5	zwittrig	31	3	ad 20	weiblich, Rudim. der A. länger als sonst gestielt	71	77
l 42	zwittrig	109	5				
m 11 (=2)	zwittrig, einzelne Anth. kontab.	67	16	ae 28	weiblich	39	82
n 22	zwittrig	71	24	af 9	weiblich	47	86
o 7 (=13)	weiblich u. gefüllt z. T. auch zwittrig steckenbl. ¹⁾	31	28	ag 8 (=14)	weiblich, Rudim. d. Anth. etw. stärker als gewöhnl.	27	96
				ah 14 (=8)	weiblich, wie oben	69	99
p 6 (=15)	zwittrig u. weiblich	50	32				
q 21	„zwittrig“	78	38				
r 29	zwittrig und kontabeszent, z. T. auch weiblich	28	39				

Stöcke befanden, die sich selbst überlassen worden waren, bei denen also Pollen unbekannter Herkunft die Samenbildung bewirkt hatte. Außer dem Geschlecht der Stöcke ist auch noch die Gesamtzahl der Nachkommen an-

¹⁾ Bei der Anthese bleiben die Antheren in der Kronröhre stecken, so daß nur die Filamente, Ω -förmig gekrümmt, herauskommen. Der Pollen ist anscheinend normal.

²⁾ Vgl. S. 605, Anm. 1.

gegeben, da diese den Wert der Prozentzahlen für die Weibchen beurteilen läßt, ferner die Nummer des Versuches. Nummer 1 bis 10 stammen aus dem Jahre 1906 und sind schon einmal veröffentlicht worden (G. A. 25, 509), die Hauptmenge, Nummer 11 bis 31, aus dem Jahre 1907, und nur ganz wenige, Nummer 42, 43, 45, aus dem Jahre 1908. Die meisten Versuchspflanzen wurden zwei oder drei Jahre auf ihr Geschlecht untersucht, nur wenige bloß in dem ersten Jahr; diese sind in der Tabelle mit „“ bezeichnet.

Eine Pflanze, die ausschließlich weibliche Nachkommen gegeben hätte, ist nicht darunter, vielleicht nur zufällig nicht. Es ist auch deutlich, wie sich die Prozentzahlen der Weibchen über die ganze Strecke von 0 pCt. bis 100 pCt. verteilen, wenn auch lange nicht gleichmäßig. Ob Anhäufungen, wie sie z. B. zwischen 67 pCt. und 71 pCt. vorkommen (wenn wir von den Versuchen absehen, die 0 pCt. ergaben, fallen $6 = \frac{1}{4}$ der Gesamtzahl auf diese Strecke von 5 Zahlen), nur zufälliger Natur sind, müssen weitere Versuche zeigen; wahrscheinlich ist es gerade nicht.

Von fünf Stöcken wurden die Samen zweimal, 1906 und 1907, ausgesät (sie waren 1905 und 1906 geerntet worden); die Versuche e und m, g und h, o und y, p und w, endlich ag und ah gehören deshalb zusammen. Die Ergebnisse stimmen nur bei g und h und ag und ah gut überein, bei e und m, bei o und y und bei p und w dagegen schlecht genug¹⁾. Bedenkt man, daß es sich hier um meist noch recht geringe Individuenzahlen handelt, daß Pollen unbekannter Herkunft die Samenbildung veranlaßt hatte, und daß, wie wir sehen werden, der Pollen Einfluß hat und um so einflußreicher sein kann, je weniger die Pflanze einen ausgesprochenen Charakter hat, die die Eizellen liefert, so wird man, da wenigstens die Versuche o und y und p und w gerade von solchen Pflanzen stammen, auf die Abweichungen nicht allzuviel Gewicht legen dürfen. Immerhin kann man aus ihnen schließen, daß bei unbekannter Herkunft des Pollens die Prozentzahlen an weiblichen Nachkommen nur dann für die einzelnen Stöcke charakteristisch sein können, wenn diese eine ganz ausgesprochene Geschlechtstendenz haben (Versuch g und h und Versuch ag und ah), oder wenn ausserordentlich große Zahlen vorliegen.

Für die Versuche nun, die den Einfluß des Pollens prüfen sollten, wurden eingetopfte Stöcke verwendet, deren Geschlecht schon im Vorjahr bestimmt worden war. Sie wurden in Gruppen vereinigt, die je aus einem „Bestäuber“, einer zwittrigen Pflanze, und einigen zu bestäubenden Stöcken bestanden: rein weiblichen oder solchen, die ganz kontabeszente Antheren führten. Diese Gruppen wurden auf verschiedene Stellen des botanischen Gartens verteilt.

¹⁾ Auffallend ist, daß bei allen drei das Jahr 1905 weniger, das Jahr 1906 mehr Samen gegeben hat, aus denen Weibchen hervorgingen.

Zu Beginn waren natürlich alle Ähren entfernt worden, die blühten oder geblüht hatten, wobei die Protogynie selbstverständlich berücksichtigt werden mußte. Nach einigen Wochen wurden die inzwischen abgeblühten Ähren gesäckt, alle noch blühenden entfernt und nun die „Bestäuber“ der verschiedenen Gruppen vertauscht, während die zu bestäubenden Pflanzen an Ort und Stelle blieben. Auf diese Weise erhielt ich also von denselben Pflanzen Samen, die durch den Pollen verschiedener, bestimmter zwittriger Pflanzen entstanden waren. Obschon nur ganz wenige Gruppen gebildet wurden, und sie sich an möglichst weit auseinanderliegenden und sonst günstig gewählten Stellen befanden, ist es bei der Windblütigkeit nicht ausgeschlossen, daß sich fremde Pollenkörner hie und da eingestellt haben. Ernstlich zu berücksichtigen ist diese Fehlerquelle nicht. Einmal setzten die „Bestäuber“ während der Versuchsdauer nur ganz einzelne Samen an, obschon sie sich vorher ganz fruchtbar gezeigt hatten (und es ist nicht einmal ausgemacht, ob diese Samen nicht doch einer gelegentlich eintretenden Selbstbefruchtung ihr Dasein verdanken), und dann sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen so deutlich, daß ein paar Pflanzen mehr oder weniger nicht viel ausmachen.

Die Keimlinge wurden meist zu 12 in Töpfe piquiert und blühten fast alle im ersten Jahr; Erfahrungen von früheren Versuchen her haben mich belehrt, daß die Eigenschaft, zu „trotzen“, nicht mit irgend einer bestimmten Geschlechtsform korrelativ verbunden ist.

Die Tabelle 2 gibt nun das Resultat jener 6 Versuche, bei denen zwei rein weibliche Pflanzen (Nr. 122 und 124b) und eine daneben noch kontabeszent-zwittrige (Nr. 128) mit denselben zwei zwittrigen Bestäubern (Nr. 149 und 118) verbunden worden waren. Der Übersichtlichkeit halber sind hier zwischen die Extreme: Stöcke mit lauter stäubenden Blüten und Stöcke mit lauter weiblichen Blüten, nur drei Zwischenstufen eingeschoben worden, obwohl bei der Untersuchung viel mehr, bis zu 30 Kategorien, unterschieden worden waren. Diese Kategorien sind natürlich nicht scharf abgegrenzt, auch konnten die Pflanzen nicht so oft revidiert werden, als ich eigentlich gewünscht hätte, so daß sich hier schon aus diesem Grunde die Beibehaltung dieser fein abgestuften Einteilung der Nachkommenschaft nicht empfahl. Die Pflanzen, an denen ich nur Blüten mit kontabeszenten Antheren fand, sind in die dritte Übergangsstufe, nicht zu den rein weiblichen gestellt worden, schon deshalb, weil man nie ganz sicher wird, ob man nicht doch einmal bei ihnen schließlich einige taugliche Antheren findet. Dagegen sind unter die echt weiblichen Pflanzen auch die gefüllt blühenden und die „geschlossen“ blühenden¹⁾ einbezogen worden.

¹⁾ Es sind das gefüllt blühende Pflanzen, bei denen sich die Blüte nur so weit öffnet, daß die Narbe hervorkommt, oder diese selbst noch mit der Spitze eingeschlossen bleibt, so daß nur ein Teil ösen- oder Ω -förmig hervorsieht. Diese Eigenschaft ist, wie die einfache Füllung sich öffnender Blüten, erblich und bedingt eine gewisse Sterilität.

Tabelle 2.

Einfluß des Pollens auf die Zusammensetzung der Nachkommenschaft.

A.

Pflanze 122, weiblich, mit kleinen Antherenrudimenten:
1906, 1907, 1908

bestäubt mit	gab Pflanzen	davon				
		zwittrig	überwieg. zwittrig	zwittrig u. weiblich	überwieg. weiblich	weiblich
Vers. 33. Pflanze 149, zwittrig: 1906, 1908	252	7 2,8 pCt.	3 1,2 pCt.	4 1,6 pCt.	12 4,8 pCt.	226 89,9 pCt.
Vers. 34. Pflanze 118, zwittrig: 1906, zwittrig, einzeln kontabeszent: 1908	173	— 0 pCt.	— 0 pCt.	2 1,2 pCt.	3 1,8 pCt.	168 97,0 pCt.

B.

Pflanze 124 b, weiblich, mit kleinen Antherenrudimenten: 1906, z. T. mon-
strös: 1907, weiblich: 1908. Schwesterpflanze von 122

bestäubt mit	gab Pflanzen	davon				
		zwittrig	überwieg. zwittrig	zwittrig u. weiblich	überwieg. weiblich	weiblich
Vers. 36. Pflanze 149, zwittrig: 1906, 1908	168	13 7,7 pCt.	3 1,8 pCt.	17 10,1 pCt.	11 6,5 pCt.	124 73,8 pCt.
Vers. 35. Pflanze 118, zwittrig: 1906, zwittrig, einzeln kontabeszent: 1908	174	3 1,7 pCt.	2 1,2 pCt.	14 8 pCt.	14 8 pCt.	141 81,0 pCt.

C.

Pflanze 128, weiblich, z. T. auch zwittrig ganz kontabeszent: 1906, weiblich,
etwas gefüllt, offen, z. T. auch zwittrig kontabeszent: 1907, weiblich: 1908¹⁾

bestäubt mit	gab Pflanzen	davon				
		zwittrig	überwieg. zwittrig	zwittrig u. weiblich	überwieg. weiblich	weiblich
Vers. 37. Pflanze 149, zwittrig: 1906, 1908	233	55 23,6 pCt.	42 18,0 pCt.	85 36,5 pCt.	8 3,4 pCt.	43 18,5 pCt.
Vers. 38. Pflanze 118, zwittrig: 1906, zwittrig, einzeln kontabeszent: 1908	131	2 1,5 pCt.	5 3,8 pCt.	16 12,2 pCt.	31 23,7 pCt.	77 58,8 pCt.

¹⁾ 1908 wurde die Pflanze nur einmal untersucht.

Ich schließe noch zwei Versuche an, wo eine weitere weibliche Pflanze (Nr. 186) nacheinander mit dem Pollen zweier verschiedener zwittriger Pflanzen bestäubt worden war; die eine davon ist Nr. 149, die auch zu den Versuchen von Tabelle 2 gedient hatte, die andere dagegen, Nr. 113, neu.

Tabelle 3.
Einfluß des Pollens auf die Zusammensetzung der Nachkommenschaft.
Pflanze 186, weiblich, gefüllt u. geschlossen, oft nicht ansetzend:
1906, 1907, 1908

bestäubt mit	gab Pflanzen	davon				
		zwittrig	überwieg. zwittrig	zwittrig u. weiblich	überwieg. weiblich	weiblich
Vers. 39. Pflanze 149, zwittrig: 1906, 1908	190	28 14,7 pCt.	20 10,5 pCt.	42 22,1 pCt.	31 16,3 pCt.	69 36,3 pCt.
Vers. 40. Pflanze 113, zwittrig: 1906, zwittrig, einzelne Antheren kontabeszent: 1908	169	5 2,9 pCt.	4 2,4 pCt.	26 15,4 pCt.	25 14,8 pCt.	109 64,5 pCt.

Die Zahl der Nachkommen ist bei den einzelnen Versuchen noch immer relativ klein; wenn man aber die Prozentzahlen rein weiblicher Pflanzen für die einzelnen Töpfe vergleicht, geht aus ihnen mit Bestimmtheit hervor, daß kein Zufall im Spiele ist. Für Versuch 37 und 38 (Tabelle 2, C) stelle ich hier diese Zahlen zusammen:

Tabelle 4.
Zahl der rein weiblichen Pflanzen pro Topf bei Vers. 37 u. 38.

Topf	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
Vers. 37																					
Zahl der Pflanzen	12	11	12	11	12	11	10	12	12	10	11	12	10	11	14	8	12	10	11	11	10
davon ♀	1	3	5	2	2	4	2	1	2	—	1	2	4	2	2	1	1	2	1	2	3
Vers. 38																					
Zahl der Pflanzen	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12									
davon ♀	7	7	8	6	5	9	5	7	8	8	7										

Aus den in den Tabellen 2 und 3 zusammengestellten Ergebnissen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Zusammensetzung der Nachkommenschaft hinsichtlich ihres Geschlechtes hängt von der die Eizellen liefernden Pflanze ab. Jede der drei Versuchspflanzen 122, 124b, 128 gab mit dem gleichen Bestäuber eine anders zusammengesetzte Nachkommenschaft; sie brachten z. B. mit Nr. 118 97, 81 und 59 pCt. rein weiblicher Pflanzen hervor.

2. Die Zusammensetzung der Nachkommenschaft hängt aber auch von der die Pollenkörner liefernden Pflanze ab. Nach der Bestäubung mit dem Pollen von Nr. 118 bildete jede der drei eben genannten Versuchspflanzen mehr rein weibliche Nachkommen, als nach der Bestäubung mit dem Pollen von Nr. 148, durch den jedesmal mehr zwittrige entstanden.

3. Je ausgesprochener eine Pflanze Keimzellen mit der weiblichen Tendenz bildet, um so geringer ist der Einfluß der Herkunft des Pollens. Bei den Stöcken Nr. 122 und 124b, die offenbar sehr stark und echt weiblich sind, ließ sich durch die Bestäubung mit dem Pollen von Nr. 149 statt mit dem von Nr. 118 die Prozentzahl der Weibchen nur um 7 pCt. herabdrücken, bei Nr. 128, die nur teilweise echt weiblich ist und schon mit dem Pollen von Nr. 118 nur 59 pCt. gebildet hatte, dagegen um 40 pCt. Dabei kann es unentschieden bleiben, ob die Unterschiede in der Entfaltungstärke der weiblichen Anlagen liegen oder in der Prozentzahl, in der neben den Keimzellen mit weiblicher Tendenz solche mit mehr oder weniger zwittriger Tendenz gebildet werden.

4. Der Einfluß des Pollens zeigt sich aber nicht nur bei den zwei extremen Geschlechtsformen, er tritt auch bei den Zwischenstufen hervor. Unter dem Einfluß des Pollens von Nr. 149 steigt die Prozentzahl der überwiegend zwittrigen Nachkommen, unter dem des Pollens von Nr. 118 die der überwiegend weiblichen Nachkommen. Wenn sich in den Tabellen ganz einzeln das Gegenteil zeigt, so hat dabei wohl nur der Zufall sein Spiel gehabt.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß die Ausbildung von Androeceum und Gynaeceum bei einem bestimmten Stocke und die Zusammensetzung der Nachkommenschaft dieses Stockes nicht immer ganz parallel gehen. Nr. 122 und 124b sind beide immer rein weiblich gefunden worden, trotzdem überliefert bei der Bestäubung mit Pollen gleicher Herkunft die erste ihren Charakter getreuer als die zweite.

Um den ersten Satz über den Einfluß der Eizellen recht deutlich neben dem zweiten über den Einfluß der Pollenkörner hervortreten zu lassen, habe ich die Tabelle 5 zusammengestellt. Sie enthält, außer den schon in den Tabellen 2 und 3 mitgeteilten, mit einem Sternchen bezeichneten Versuchen noch fünf weitere. Es stehen jetzt immer alle Versuchspflanzen, die den gleichen Bestäuber gehabt haben — für Nr. 149 sind es fünf — beisammen. Dabei ist unter anderem gut zu beobachten, wie ähnliche Prozentzahlen in einer bestimmten Klasse, z. B. unter den echt weiblichen Pflanzen, durchaus nicht immer ähnliche Zahlen in den anderen Klassen bedingen. Gleich die ersten zwei Versuche, 47 und 41, sind ein gutes Beispiel dafür und zugleich auch dafür, wie kompliziert die Verhältnisse liegen.

Tabelle 5.

Einfluß der Pflanze, die die Eizellen liefert, auf die Zusammensetzung der Nachkommenschaft bei *Plantago lanceolata*

Bestäuber	Ver-such	Bestäubt	gab Pflanzen	davon									
				♂	Zwischen-stufe			♀	in Prozenten				
					I	II	III		♂	I	II	III	♀
Nr. 127, zwittrig	47	Nr. 134, weibl. ge- füllt, geschlossen	188	229	27	104	26	1,1	15,4	14,4	55,3	13,8	
	41	Nr. 138, weibl. ge- füllt	188	60	24	33	39	32	31,9	12,8	17,5	20,7	17,0
Nr. 149, zwittrig	33*	Nr. 122, weiblich	252	7	3	4	12	236	2,8	1,2	1,6	4,8	89,9
	36*	Nr. 124 b, weiblich	168	13	3	17	11	124	7,7	1,8	10,1	6,5	73,8
	37*	Nr. 128, weiblich u. zwittrig kontabes- zent	233	55	42	85	8	43	23,6	18,0	36,5	3,4	18,5
	48	Nr. 151, weiblich, Anth.-Rud. besond. lang gestielt	139	11	21	26	18	63	7,9	15,1	18,7	13,0	45,3
	39*	Nr. 186, weiblich, gefüllt, geschlossen	190	28	20	42	31	69	14,7	10,5	22,1	16,3	36,3
Nr. 113, zwittrig, einzelne Antheren kontabes- zent	43	Nr. 106, zwittrig, kontabeszent, z. T. auch stäubend!	186	94	30	39	23	—	50,5	16,1	21,0	12,4	0,0
	46	Nr. 129, weiblich, gefüllt, geschlossen z. T. typisch weibl.,	85	—	—	4	14	67	—	—	4,7	16,5	78,8
	40*	Nr. 186, weiblich gefüllt, geschlossen	169	5	4	26	25	109	2,9	2,4	15,4	14,8	64,5
Nr. 118, zwittrig, einzelne Antheren kontabes- zent	34*	Nr. 122, weiblich	173	—	—	2	3	168	—	—	1,2	1,8	97,0
	35*	Nr. 124 b, weiblich	174	3	2	14	141	1,7	1,2	8	8	81,0	
	38*	Nr. 128, weiblich u. zwittrig kontabes- zent	131	2	5	16	31	77	1,5	3,8	12,2	23,7	58,8

Unsere Versuche lehren also, daß auch bei den gynodioecischen Pflanzen das Geschlecht nicht unabänderlich in der Eizelle vorher bestimmt sein kann, so wenig wie bei den zweihäusigen. Wenn sich *Satureia* so verhält, daß der Pollen gar keinen Einfluß ausübt, so kann das nur daran liegen, daß hier die Eizellen der Weibchen alle die weibliche Tendenz haben, und daß diese Tendenz so stark ist, daß sie stets über die gynomonoeische Tendenz der Pollenkörner dominiert. Eine entsprechende weibliche Form liegt mir für *Plantago lanceolata* nicht vor; die mannigfaltigen Abstufungen lassen

aber vermuten, daß sie sich noch finden lassen wird. Sie müßte selbst mit dem Pollen von Pflanzen, wie Nr. 149 eine ist, lauter weibliche Nachkommen geben.

Worauf der Einfluß des Pollens beruht, wie er es zustande bringt, daß z. B. eine Pflanze statt 97 pCt. rein weiblicher Nachkommen nur 90 pCt. bildet, oder statt 59 pCt. nur 19 pCt., kann ich noch nicht angeben. Zwei Annahmen liegen besonders nahe.

Es könnten einmal alle Keimzellen einer Geschlechtsform die gleiche Tendenz besitzen, aber in verschiedener Stärke. Bei den Pollenkörnern von Nr. 149 müßte dann z. B. die zwittrige Tendenz durchschnittlich viel stärker sein als bei denen von Nr. 118, so daß mehr von den weiblichen Keimzellen von 122 oder 124b — für die man unter sich auch nicht ganz gleich starke weibliche Tendenz annehmen würde — \pm zwittrige Embryonen geben würden. Das Auftreten der Zwischenstufen wäre so ziemlich leicht verständlich. Was wir aber von der Geschlechtsbestimmung völlig getrenntgeschlechtiger Pflanzen wissen, spricht gegen einen solchen Wettkampf ungleichartiger, annähernd gleich starker Tendenzen, von denen bald die eine, bald die andere den Sieg davontrüge¹⁾.

Man könnte aber auch annehmen, es lägen ganz bestimmte Stärkenverhältnisse zwischen den verschiedenen Tendenzen vor, es dominiere z. B. die weibliche Tendenz stets über die zwittrige, es bilde aber nicht jede Form ausschließlich Keimzellen mit der ihr eigenen Tendenz, sondern auch solche mit fremder Tendenz, z. B. Nr. 118 neben überwiegend solchen mit \pm zwittriger auch welche mit weiblicher Tendenz, und Nr. 122 neben fast lauter solchen mit weiblicher Tendenz einzelne mit \pm zwittriger. Solche Formen entsprächen dann den „ever sporting varieties“ DE VRIES²⁾). Dann würde sich der Einfluß des Pollens auch erklären.

Es läßt sich das am besten gleich an einem bestimmten Beispiel zeigen. Fassen wir die Versuche 35 und 36 (Tabelle 2, B) ins Auge, und erleichtern wir uns die Rechnung dadurch, daß wir nur zwei Kategorien von Individuen unterscheiden, \pm zwittrige und rein weibliche. Wir nehmen an, daß Nr. 149 lauter Pollenkörner mit der (rezessiven) \pm zwittrigen Tendenz hervorbringt, und Nr. 124b 74 pCt. Eizellen mit der weiblichen und 26 pCt. Eizellen mit der \pm zwittrigen Tendenz. Dann kommen die beobachteten 74 pCt. weiblicher Nachkommen (von der Abstammung ♀ wT + ♂ zwT) und die 26 pCt. \pm zwittriger (von der Abstammung ♀ zwT + ♂ zwT) heraus (Vers. 36). Wenn nun Nr. 124b mit dem Pollen von Nr. 181 81 pCt. weiblicher Nach-

¹⁾ Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes, S. 28.

²⁾ Vgl. dazu auch E. BAUR, Bot. Ztg. Bd. 65, II. Abt. Sp. 337 (1907).

kommen und nur 19 pCt. + zwittriger geben soll (Vers. 35), so muß diese Nr. 118 Keimzellen bilden, von denen 73 pCt. ± zwittrige und 27 pCt. rein weibliche Tendenz besitzen, wie sich leicht zeigen läßt¹⁾.

Als Probe nehmen wir zunächst die Versuche 37 und 38 (Tabelle 2, C) vor. Wenn Nr. 149, wie wir annehmen, lauter Keimzellen mit der ± zwittrigen Tendenz bildet, muß Nr. 128 nur 18,5 pCt. Eizellen mit der rein weiblichen und 81,5 pCt. Eizellen mit der ± zwittrigen Tendenz hervorbringen; nur so kommt die tatsächlich beobachtete Nachkommenschaft für Nr. 128 heraus. Bei Versuch 38 war Nr. 128 mit Pollen von Nr. 118 bestäubt worden, für den wir vorhin aus Versuch 35 73 pCt. Keimzellen mit zwittriger und 27 pCt. Keimzellen mit weiblicher Tendenz ausgerechnet haben. Legen wir dieses Verhältnis auch hier zugrunde, so erhalten wir für Nr. 128, bestäubt mit Nr. 118, 59,5 pCt. ± zwittrige und 40,5 pCt. rein weibliche Nachkommen, während 41,2 pCt. + zwittrige und 58,8 pCt. rein weibliche beobachtet wurden. Ziehen wir auch noch die Versuche 33 und 34 heran (Tabelle 2, A), so beehnet sich die Nachkommenschaft von Nr. 122 mit dem Pollen von 118 auf 7 pCt. + zwittrige und 93 pCt. weibliche Individuen, während 3 pCt. ± zwittrige und 97 pCt. rein weibliche beobachtet worden waren²⁾.

Die Übereinstimmung zwischen den berechneten und den gefundenen Zahlen läßt ja gewiß zu wünschen übrig, sie zeigt aber die Möglichkeit, mit

¹⁾ Die Rechnung ist sehr einfach. Bezeichnen wir mit wT die Tendenz, weibliche Nachkommen zu geben, und mit zT die, zwittrige hervorzubringen, so geben, wenn 124b mit 118 bestäubt wird, von den 4 möglichen Kombinationen der Keimzellen 3 (♀ 124b wT + ♂ 118 wT, ♀ 124b wT + ♂ 118 zT, ♀ 124b zT + ♂ 118 wT) weibliche Nachkommen (weil wT unserer Annahme nach über zT dominiert) und nur eine: ♀ 124b zT + ♂ 118 zT, kann die 19 pCt. zwittrige Nachkommen geben. Die Prozentzahl der Keimzellen von 124b mit der Tendenz zT, 26, multipliziert mit der fraglichen Prozentzahl der Keimzellen von 118 mit der Tendenz zT, muß diese 19 pCt. geben, also $26 \cdot x = 1900$, $x = \frac{1900}{26} = 73$. Nr. 118 würde also 73 pCt. Keimzellen mit der zwittrigen und 27 pCt. Keimzellen mit der weiblichen Tendenz bilden.

²⁾ Nachfolgend die beiden Rechnungen:

Versuch 34.

Eizellen von Nr. 122	Pollenkörner von Nr. 118	Nachkommen
w. T. 90 pCt. +	$\left\{ \begin{array}{l} \text{z. T. 73 pCt.} \\ \text{w. T. 27 pCt.} \end{array} \right.$	= 65,7 pCt. w (z)
		= 24,3 pCt. w
z. T. 10 pCt. +	$\left\{ \begin{array}{l} \text{z. T. 73 pCt.} \\ \text{w. T. 27 pCt.} \end{array} \right.$	= 7,3 pCt. z
		= 2,7 pCt. w (z)

Versuch 38.

Eizellen von Nr. 128	Pollenkörner von Nr. 118	Nachkommen
z. T. 81,5 pCt. +	$\left\{ \begin{array}{l} \text{z. T. 73 pCt.} \\ \text{w. T. 27 pCt.} \end{array} \right.$	= 59,5 pCt. z
		= 22,0 pCt. w (z)
w. T. 18,5 pCt. +	$\left\{ \begin{array}{l} \text{z. T. 73 pCt.} \\ \text{w. T. 27 pCt.} \end{array} \right.$	= 13,5 pCt. w (z)
		= 5,0 pCt. w

einer derartigen Annahme zu arbeiten. Ja man wird kaum eine größere Übereinstimmung erwarten dürfen, wenn man die Willkürlichkeit der ersten Annahme (daß Nr. 149 lauter Keimzellen mit der zwitterigen Tendenz hervorbringe) und die zahlreichen Zwischenstufen bedenkt, durch die die Verhältnisse sehr viel komplizierter werden müssen, als wir angenommen haben.

Es wäre eine der Konsequenzen der zweiten Annahme, daß Nr. 118 bei Selbstbefruchtung viel mehr weibliche Nachkommen geben müßte, als Nr. 149 — etwa 7 pCt. Das läßt sich aber infolge der Selbststerilität nicht prüfen; als die Pflanzen sich selbst überlassen worden wären und Pollen unbekannter Herkunft auf sie eingewirkt hatte, gab Nr. 149 4,6 pCt. rein weiblicher Nachkommen (Gesamtzahl 109) und 118 gar keine (Gesamtzahl 13). — Die Frage, wie der Einfluß des Pollens zustande kommt, wird sich also erst nach weiteren, langwierigen Untersuchungen entscheiden lassen, einstweilen genügt es mir, hier genau gezeigt zu haben, daß er überhaupt eine Rolle bei der Geschlechtsbestimmung der Gynodioecisten spielt, und daß Versuche, bei denen die Herkunft des bestäubenden Pollens unbekannt ist, nur eine beschränkte Tragweite besitzen können, wenn nicht besondere Verhältnisse, wie z. B. bei *Satureia hortensis*, vorliegen.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

30. Vererbungsversuche mit blass(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis*, *Urtica* und *Lunaria*.¹⁾

Zeitschrift für induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre Bd. 1, H. 4, S. 291—329. 1909.

Seit acht Jahren habe ich auf die Vererbungserscheinungen bei Sippen geachtet, die in ihrem Chlorophyllgehalt irgendwie vom Typus abwichen. Die meisten Beobachtungen wurden an *Mirabilis Jalapa*-Sippen angestellt, zwei andere Objekte, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*, sind am Schlusse dieser Mitteilung wenigstens kurz erwähnt.

Mirabilis Jalapa ist in mancher Hinsicht ein sehr ungünstiges Versuchsobjekt. Jede gelungene Bestäubung gibt nur eine einsamige Frucht; dazu kommt die relativ geringe Zahl von Früchten, die man bestenfalls von einer Pflanze erhält, besonders im Jahre der Aussaat, und der große Raum, den man zur Aufzucht der Sämlinge nötig hat²⁾. Die Herstellung und Heranzucht einiger Dutzend *Mirabilis*-Bastarde macht mehr Mühe und braucht mehr Platz, als die von vielen hundert Sämlingen in anderen Gattungen. So sind die Versuche nur außerordentlich langsam vorgeschritten. Dazu hat freilich auch beigetragen, daß mein Augenmerk in erster Linie auf die Vererbung der Blütenfarben gerichtet war, die hier nur gelegentlich zum Vergleiche herangezogen werden sollen. So geben auch heute, wo ich diesen Bericht zusammenstelle, die Versuche nur ein Bild, das noch in vielen Punkten der weiteren Ausführung bedarf. Da sich aber das Interesse auch für Gelb- und Buntblättrigkeit regt — ich verweise auf die wichtigen Arbeiten E. BAUR's³⁾ und JOHANNSEN's⁴⁾ —, halte ich es für besser, damit hervorzutreten.

¹⁾ Die gleichzeitige Veröffentlichung dieser Arbeit mit der folgenden Abhandlung E. BAUR's beruht auf gegenseitiger Verabredung, doch hat keiner von dem Inhalt der Arbeit des andern Kenntnis gehabt.

²⁾ Ohne die Unterstützungen, die ich erst von der Albrechtstiftung der Universität, dann von der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften erhielt, wäre es mir nicht möglich gewesen, meine Versuche mit *Mirabilis*-Sippen durchzuführen.

³⁾ BAUR, E., Untersuchungen über die Erbliehkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*, Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXV (1907), S. 442 und: Die Aurea-Sippen von *Antirrhinum majus*, diese Zeitschrift Heft 1, 2 (1908) S. 124.

⁴⁾ JOHANNSEN, W., Über Knospenmutation bei *Phaseolus*, diese Zeitschrift, Heft 1, 2 (1908) S. 1.

E. BAUR hebt wiederholt hervor, daß sich gewiß die verschiedenen als „gelblättrig“ und „buntblättrig“ bezeichneten Sippen, in verschiedenen Verwandtschaftskreisen und auch im selben Kreis, nach ihren Vererbungserscheinungen unterscheiden würden. Unsere Ergebnisse liefern einen guten Beleg für die Richtigkeit dieses Satzes: Die fünf im folgenden studierten Eigenschaften gehören zu vier verschiedenen Typen. Aus demselben Grunde verzichte ich auch auf eine Zusammenstellung und Besprechung der Literatur über Gelb- und Buntblättrigkeit überhaupt¹⁾, die doch nur zum geringsten Teil den kritischen Ansprüchen von heute genügt und erst jüngst von P. J. S. CRAMER zusammengestellt wurde¹⁾. Außer den schon genannten Abhandlungen BAUR's und JOHANNSEN's seien noch die DE VRIES²⁾ und BEYERINCK's³⁾ hervorgehoben und SHULL's⁴⁾ Beobachtungen über Vererbung von „budspots“ bei *Oenothera*. Auch auf E. PANTANELLI's⁵⁾ morphologische und physiologische Studien sei hier hingewiesen. Soweit für unsere Objekte Literatur vorlag, ist sie natürlich zitiert.

I. *Mirabilis Jalapa*.

A. Die chlorina-Sippen.

Untersucht man eine größere Anzahl *Mirabilis*-Pflanzen der gewöhnlichen, grünen Sorten, so fallen oft beträchtliche Unterschiede in der Intensität der Grünfärbung auf. Ich habe ihre Konstanz noch nicht eingehender geprüft, ein Versuch jedoch, den ich 1904 und 1905 anstellte, spricht dafür, daß sie wenigstens zu einem sehr großen Teil individueller, nicht erblicher Natur sind.

1904 wurde (Ende August) auf dem schon früher eingeschlagenen Wege⁶⁾ der Chlorophyllgehalt dreier besonders auffällig verschiedener Pflanzen, einer

¹⁾ CRAMER, P. J. S., Kritische Übersicht der bekannten Fälle von Knospensvariation (Naturkund. Verhandl. v. d. Holland. Maatsch. d. Wetensch. Derde Verzameling, Deel VI, Derde Stuk, 1907); dort sind die Beobachtungen und Anschauungen DE VRIES' vollständig zitiert. Vgl. auch die Einleitung zu der Arbeit PORSCH's, diese Zeitschrift Heft 1, 2 S. 69.

²⁾ DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. I S. 597 u. f. und an anderen Stellen, vor allem Bd. II S. 355 u. f.

³⁾ BEYERINCK, M. W., *Chlorella variegata*, ein bunter Mikrobe, Recueil d. Trav. Botan. Néerland. Vol. I p. 14.

⁴⁾ MACDOUGAL, D. T., VAIL, A. M., SHULL, G. H., Mutations, Variations and Relationships of the *Oenotheras*. Carneg. Inst. of Washingt., Publ. No 81, p. 59 (1907).

⁵⁾ PANTANELLI, E., Studii sul' albinismo nel regno vegetale. I—V, Malpighia, Bd. XV (1902)—XIX (1905) und: Über Albinismus im Pflanzenreich, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., Bd. XV (1905).

⁶⁾ Über die dominierenden Merkmale der Bastarde, Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXI (1903) p. 140, G. A. 12, 335. Ich habe nun auch den HOPPE-SEILER'schen Colorimeter mit dem ALBRECHT'schen Glaswürfel zur Kontrolle verwenden können (dank dem freundlichen Entgegenkommen meines Kollegen Prof. Dr. SIEGFRIED) ohne abweichende Resultate zu erhalten.

besonders dunklen, A, einer besonders hellen, C, und einer mittleren, B (an vergleichbaren Proben), bestimmt. Sie standen auf demselben Beet, waren Enkel derselben zwei Stöcke und einmal überwintert. A verhielt sich zu B und C annähernd wie 100 zu 75 und 50; C führte also nur halb soviel Chlorophyll als A, B stand in der Mitte. Dabei hatte die Lösung von B und besonders die von C gegenüber der von A einen deutlichen Stich ins Gelbe, der die Vergleichung etwas erschwerte. Von allen drei Pflanzen wurde 1905 eine durch Selbstbestäubung entstandene Nachkommenschaft nebeneinander unter möglichst gleichen Bedingungen aufgezogen — von A 18, von B 22 und von C 17 Pflanzen. Die Felder A und B konnten aber gar nicht unterschieden werden, das Feld C war zwar etwas heller, aber lange nicht in dem Maße, wie die Pflanze C gegenüber den Pflanzen A und B.

Neben diesen oft ganz auffallenden aber jedenfalls also nur zum Teil erblich fixierten Schwankungen um einen Mittelwert herum, der als „typisches“ oder „normales“ Grün bezeichnet werden mag, kommen nun noch Pflanzen mit viel geringerem Chlorophyllgehalt vor. Sie gehören zu konstanten Sippen, die im folgenden den Namen *chlorina* führen sollen. Früher¹⁾ habe ich sie als *aurea*-Sippen bezeichnet, weil sie in der Literatur unter diesem Namen gehen²⁾. Ich möchte aber jetzt den *aurea*-Namen auf jene Sorten beschränken, bei denen der alkoholische Blattauszug gegenüber dem der typischen Sorten relativ viel mehr Xanthophyll und Carotin enthält³⁾, während bei den Sorten, die ich jetzt *chlorina* nennen will, die Quantität des Chlorophylls und des Xanthophylls sowie der Carotine abgenommen hat, ohne sehr auffällige Verschiebung im Verhältnis der grünen und gelben Bestandteile zueinander. Dabei wird sich nach den Farbstoffen allein wohl nur eine künstliche Grenze zwischen *chlorina*- und *aurea*-Sippen ziehen lassen. Eine schärfere Trennung ermöglicht vielleicht das Verhalten bei Bastardierung mit den typisch grünen Sippen; Baur's *aurea* dominiert, oder hat doch einen sehr starken Einfluß auf die „grüne“ Anlage des anderen Elters; meine *chlorina*-Sippen sind rezessiv, wie wir bald sehen werden.

Die alkoholische Lösung aus den *chlorina*-Blättern ist bei gleicher Konzentration etwas mehr gelblichgrün; das ist aber auch bei den hellergrünen Pflanzen der typischen Sippen der Fall, wenn man sie mit dunklergrünen

¹⁾ Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen, Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. Bd. XX (1902) p. 598, G. A. 11, 318.

²⁾ DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. I p. 601. Die „*Tom Thumb*“-Sorten des Handels gehören zum Teil hierher, zum Teil werden *variegata*-Sippen darunter verstanden.

³⁾ So bei der von BAUR (Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft, Bd. XXV, S. 442) untersuchten *aurea*-Sippe von *Antirrhinum majus*, wo (nach Untersuchungen F. KRÄNZLIN'S) „die Chlorophylle in wesentlich geringerer Menge vorhanden sind, als in den grünen Sippen, während die gelben Farbstoffe, Xanthophylle und Carotine, in normaler oder nur wenig verminderter Menge vorkommen“ (l. c. S. 451).

Pflanzen vergleicht (S. 615). Bei einer auch unter dem Namen „*aurea*“ im Handel gehenden *chlorina*-Sippe des *Tropaeolum majus* habe ich selbst diesen kleinen Unterschied in der Nuance nicht mehr sicher beobachten können, auch nicht mit dem HOPPE - SELER'schen Colorimeter.

Die *chlorina*-Pflanzen sehen ja wirklich mehr gelbgrün aus, das hängt aber zum großen Teil nur von der geringeren Konzentration der Farbstoffe ab, denn auch der alkoholische Auszug aus den typisch grünen Blättern wird gelblicher grün, wenn er verdünnt wird.

Bei unserer *Mirabilis Jalapa chlorina* enthält eine gleichgroße Blattfläche nur etwa $\frac{28}{100}$ bis $\frac{30}{100}$ der Farbstoffmenge in den typisch grünen Blättern; bei deren starken Schwankungen muß man zum Vergleiche Blätter einer mittelstarkgrünen Pflanze oder besser ein Gemisch aus Blättern verschiedener derartiger Pflanzen extrahieren. — Fig. 1 kann einen Begriff vom Unterschied zwischen einem *chlorina*-Blatt (B) und einem mittleren (D) oder besonders stark grünen (C) *typica*-Blatt geben.

Was ich von *chlorina*-Sippen aus dem Handel erhalten habe, hat durchgängig Zwergwuchs, d. h. im ersten Jahr werden die Büsche etwa 30 cm hoch, auf einem Boden, auf dem die typischen Sippen etwa 80 bis 90 cm hoch werden; im folgenden Jahr werden sie zwar höher, die Büsche der typischen Sippen aber auch¹⁾. Die Blätter und Blüten sind auch relativ kleiner. Im folgenden werde ich von *nana*-Sippen und dem *nana*-Merkmal sprechen, gegenüber den typischen (*alta*-)Sippen. Das *chlorina*-Merkmal ist aber mit dem Zwergwuchs nicht untrennbar verbunden; wie wir noch sehen werden (S. 622), läßt es sich auch mit dem hohen Wuchs der gewöhnlichen Sippen verbinden. Doch bedingt es dann eine Größenabnahme von etwa 10% oder etwas mehr; statt 90 cm werden die Büsche nur etwa 80 cm hoch. Es beruht das nach meinen Erfahrungen nicht auf dem Auftauchen irgend einer latenten Anlage, sondern ist eine einfache Folge des geringeren Chlorophyllgehaltes und der dadurch bedingten schwächeren Ernährung der Pflanzen.

Das *chlorina*-Merkmal kann mit jeder Blütenfarbe kombiniert werden; die geringere Größe der Blüten ist dagegen, wie die geringere Größe der Blätter, mit dem Zwergwuchs untrennbar verbunden, alle drei Merkmale hängen gewiß korrelativ zusammen und sind durch dieselbe Anlage bedingt nicht durch konjugierte, eigentlich verschiedene Anlagen.

Die *chlorina*-Sippen sind völlig konstant. Meist ist schon das aus den Samenhandlungen bezogene Saatgut rein oder so gut wie rein, wo das nicht

¹⁾ Die Höhe, die eine *Mirabilis*-Sippe erreicht, ist natürlich sehr von äußeren Bedingungen abhängig; ich sehe auf meinem Versuchsfeld immer wieder dort, wo der Boden schlechter bearbeitet und gedüngt ist, die Höhe bis auf die Hälfte herabsinken. Es bleibt jedoch der relative Höhenunterschied zwischen den hochwüchsigen und den zwergigen Sippen annähernd bestehen.

Vererbungsversuche mit blass(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen.

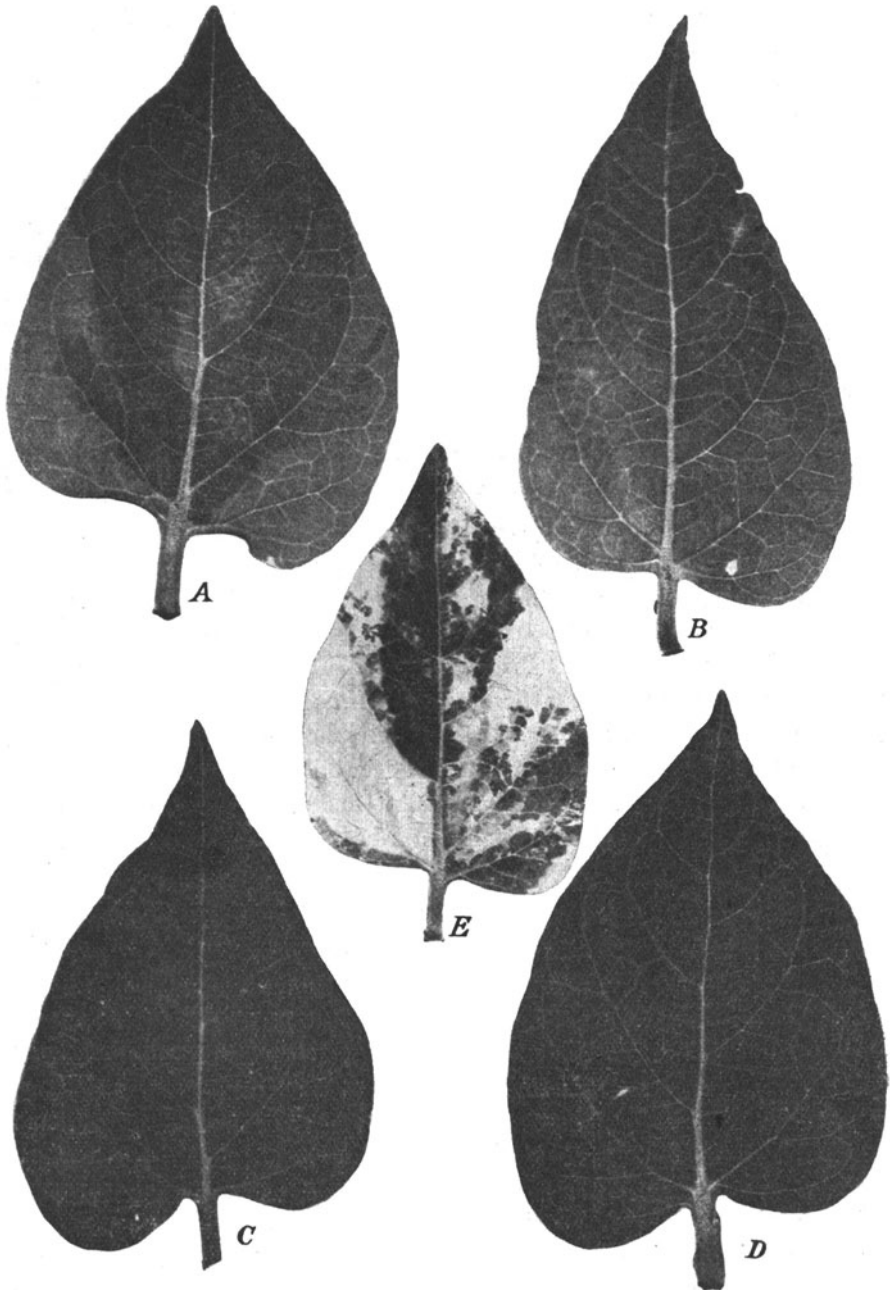


Fig. 1. *Mirabilis Jalapa*. A *variegata*, B *chlorina*, C *typica*, besonders dunkel, D *typica*, mittel, E *albomaculata*. Je ein Blatt gleichzeitig und gleichlang auf photographischem Papier kopiert, wobei die durchgelassene Lichtmenge annähernd proportional dem Chlorophyllgehalt ist. In der Figur sind hell und dunkel wieder richtig verteilt.

der Fall ist, lassen sich sofort reine Linien isolieren¹⁾. Statt besondere Versuche anzuführen, verweise ich auf Tabelle 3, 4 und 12, bei denen sich die Konstanz an der Nachkommenschaft der aus den Bastarden herausgezogenen *chlorina*-Individuen schön zeigt.

B. Die *variegata*-Sippen.

Von den *chlorina*-Sippen unterscheiden sich die *variegata*-Sippen durch ihre teilweise noch rein grünen Blätter: über den Grund, der *chlorina*-Färbung besitzt, sind Flecken von typischem Grün zerstreut, in einer dunkleren und helleren Stufe. Zahl und Größe dieser Flecke ist sehr verschieden, zum Teil schwanken sie individuell von Blatt zu Blatt, zum Teil sind sie erblich fixiert. So gibt es *variegata*-Sippen, die kaum von *chlorina* zu unterscheiden sind, bei denen man nach den grünen Flecken suchen muß (ein Teil der „*Tom Thumb*“-Sorten des Handels gehört hierher), und andere, bei denen die tiefgrünen Flecken zahlreich sind (*variegata*-Sorten des Handels). Natürlich ist der durchschnittliche Chlorophyllgehalt größer; ich habe ihn früher für eine der letztgenannten Sippen zu 40% (gegenüber 30% für *chlorina*) bestimmt.

Hier und da findet man an den *variegata*-Stöcken kleinere oder größere fast oder vollkommen typisch grüne Äste. Ob sie sich zeigen oder nicht, steckt in der betreffenden Pflanze drin; ist die Disposition vorhanden, so treten sie Jahr für Jahr oder fast jedes Jahr auf, wenn auch in verschiedenem Maße; andere Pflanzen zeigten sie auch bei jahrelanger Beobachtung nie. Die starkgescheckten Sippen dürften sie häufiger bilden. Eine Grenze zwischen einem kleinen grünen Fleck auf einem Blatt und einem ganzen grünen Ast existiert nicht, man kann alle möglichen Übergänge zusammensuchen.

Hinsichtlich ihrer Höhe verhalten sich die im Handel befindlichen Sippen verschieden. Manche haben im wesentlichen die Zwergform der *chlorina*-Sippen, „*nana*“-Wuchs; es sind das die „*Tom Thumb*“-Sorten und dann oft schwach gefleckt. Andere haben einen merklich höheren Wuchs, etwa 50 cm Höhe, wenn die *nanae* 30, die *altae* 80 bis 90 cm hoch sind. Ich will sie *humiles* nennen. Hierher gehören die eigentlichen *variegata*-Sorten des Handels, sie sind stärker gefleckt. Es lassen sich endlich auch, wie aus den zwergigen hochwüchsigen *chlorina*-Sippen, aus den zwergigen und niedrigen hochwüchsigen *variegata*-Sorten durch Bastardierung herstellen, die aber im Durchschnitt etwas niedriger sein dürften als die typisch grünen *alta*-Sippen (S. 624), ebenso *humilis chlorina*-Sippen (S. 625); *nana variegata*-Sippen gibt es so-

¹⁾ Es genügt, Äste der Pflanzen in Gasesäcke einzuschließen. Auf diese Weise sind, soweit nichts anderes bemerkt ist, stets die durch Selbstbefruchtung entstandenen Nachkommen erzielt. Vor dem Säcken müssen selbstverständlich alle offenen Blüten, alle verblühten und alle jungen und älteren Früchte entfernt werden.

wieso schon. Die leichte Modifizierbarkeit des Höhenmerkmals durch allerlei Einflüsse macht sich aber bei der Unterscheidung der *humiles* und *nanae* erschwerend geltend.

Die *variegata*-Sippen sind nicht völlig konstant; in der durch Selbstbestäubung erzielten Nachkommenschaft treten, wenigstens bei den stärker gescheckten Sippen, stets einzelne reingrüne Pflanzen auf, wenn nur genug Individuen aufgezogen werden. Die grünen Exemplare sind relativ sehr viel häufiger als *variegata*-Exemplare mit vielen grünen „Rückschlägen“, so daß sie nicht als die Endglieder einer eingipfligen Variationskurve aufgefaßt werden können; sie stellen ein zweites, relativ starkes Maximum der Kurve dar¹). Ein sicheres *chlorina*-Individuum sah ich dagegen nie darunter. Bei noch ausgedehnteren Versuchen wird es vielleicht noch gefunden werden; sehr viel seltener als die reingrünen werden die *chlorina*-Pflanzen wenigstens in der Nachkommenschaft der stärker gescheckten *variegata*-Sorten ganz gewiß sein.

Diese reingrünen „Rückschlags“pflanzen verhielten sich hinsichtlich ihrer (durch Selbstbefruchtung erzielten) Nachkommenschaft verschieden. Die einen, wohl selteneren, gaben lauter Pflanzen, die reingrün waren (Fall 1), die anderen, wohl häufigeren, gaben teils gescheckte, teils einfach tiefgrüne Pflanzen, fast immer mehr bis viel mehr grüne als gescheckte (Fall 2). Anbei einige Belege (Tabelle 1 und 2): Einmal waren von 51 Sämlingen 9 (= 18%) zweimal von 27 Sämlingen 7 (= 26%), einmal von 30 Sämlingen 11 (= 37%) gescheckt, zusammen von 135 Sämlingen 34 (= 25%)²). Die so entstandenen *variegata*-Pflanzen gaben wieder einzelne normalgrüne, die normalgrünen, wohl nur zufällig, lauter normalgrüne. Die Zahlen sind ja noch recht klein, trotzdem scheint mir einstweilen die Aufstellung der zwei Typen gerechtfertigt, weil zwischen ihnen eine ausgesprochene Kluft besteht.

Was endlich die Früchte anbetrifft, die auf den normalgrünen Rückschlagsästen sonst variegater Pflanzen (durch Selbstbefruchtung) entstehen, so liegt mir darüber einstweilen leider nur eine Beobachtung vor (Tabelle 1). Obschon ich solche Äste wiederholt gesäckt hatte, habe ich doch nur einmal so viel Früchte erhalten, daß sich die Aussaat einigermaßen zu lohnen schien. Von 7 Nachkommen waren 3 gescheckt und 4 normalgrün; ein zum Vergleich gesäckter gescheckter Ast derselben Pflanze gab 8 gescheckte, keinen grünen Sämling. Danach scheint die Nachkommenschaft der grünen Äste von der gefleckten verschieden und der der reingrünen Rückschlagspflanzen ähnlich.

¹) Zu demselben Resultat kam schon DE VRIES (Mutationstheorie, Bd. I S. 498) bei seinem *Antirrhinum majus striatum*.

²) Ähnliche Zahlen fand auch DE VRIES bei seinen roten „Samenvarianten“ des *Antirrhinum majus striatum*; einmal beobachtete er 100% rote Nachkommen (l. c. S. 503).

In Tabelle 1 und 2 gebe ich die zwei am weitesten geführten Versuche; für den zweiten ist zu bemerken, daß die Pflanzen des ersten Jahres (1903) aus gekauftem Saatgut stammten. Es scheint a priori wohl manchem wahrscheinlich, daß die darunter befindlichen fünf grünen Pflanzen Bastarde, „Vicinsten“, zwischen *variegata* und einer rein grünen Sippe waren; sie stimmten aber nach Wuchs und Blütenfarbe (gelb) genau mit den gescheckten (und *chlorina*-)Exemplaren überein und blieben hierin auch konstant, was jeden Gedanken an Vicinsten ausschließt, da alle Wuchs- und Farbenmerkmale mendeln. Die Nachkommenschaft jeder einzelnen Pflanze ist von oben mit einer Klammer — zusammengefaßt; wo also zwei oder mehr Klammern, z. B. vier, durch Striche mit einer darüberstehenden Angabe, z. B. 14 *variegata* oder 4 grün, verbunden sind, heißt das, daß von den 14 variegaten oder 4 grünen Pflanzen entsprechend viele, z. B. zwei oder vier, gesäckt und ihre Nachkommen aufgezogen wurden. Das gilt auch für alle die folgenden Tabellen in Stammbaumform. (Wegen des Auftretens der *chlorina*-Pflanzen bei Vers. 2 vgl. S. 626f.)

Tabelle 1.

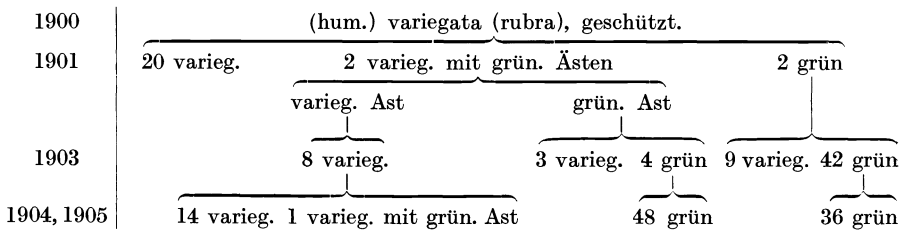
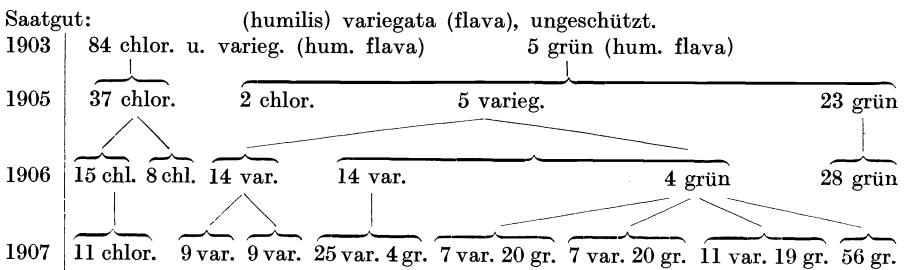


Tabelle 2.



Im allgemeinen macht das Verhalten den Eindruck, als ob sich von der *variegata*-Anlage¹⁾ hier und da die latente (dominierende)²⁾ grüne trennen

¹⁾ Es wäre ganz unmöglich, für die *variegata*-Sippen eine *chlorina*- und eine „normalgrüne“ Anlage anzunehmen, und das Mosaik durch einen Streit dieser Anlagen, mit wechselndem Sieg, zu erklären.

²⁾ Daß Normalgrün über Gescheckt dominiert und das Merkmalspaar typisch spaltet, wird bald (S. 624) gezeigt werden.

würde, und zwar bei den Blüten auf den grünen Rückschlagsästen häufiger als auf den geschecktblättrigen Ästen, und als ob die ganz grünen Pflanzen dadurch entstünden, daß entweder zwei Keimzellen mit der rein grünen Anlage (Fall 1) oder eine Keimzelle mit der rein grünen und eine Keimzelle mit der rezessiven *variegata*-Anlage (Fall 2) zusammen kämen und so teils rein-grüne Pflanzen mit konstanter Nachkommenschaft (Fall 1), teils reingrüne Pflanzen mit gespaltener Nachkommenschaft (3 grün: 1 *variegata*, Fall 2) hervorgingen, indem einfach ein Bastard entstanden wäre. Daß in diesem letzteren Falle bald etwas zu viel, bald etwas zu wenig *variegata*-Sämlinge gefunden wurden, dürfte nicht schwer ins Gewicht fallen. — Würden die „grünen“ Keimzellen ganz gleichmäßig über die Pflanze verteilt gebildet (auch in den einzelnen Antheren), so müßten grüne Pflanzen mit konstanter Nachkommenschaft (Fall 1) sehr viel seltener auftreten als solche mit inkonstanter (Fall 2). Bei 10% „grüner“ Keimzellen kämen dann auf 81 variegata 18 inkonstante und 1 konstanter grüner Sämling, bei 5% „grüne“ Keimzellen auf 361 variegata 38 inkonstante und 1 konstanter grüner Sämling. Ist die Verteilung der verschiedenen Keimzellen aber ungleichmäßig — dafür spricht das Verhalten der grünen Rückschlagsäste —, so steigen natürlich die Chancen, daß die „grünen“ Keimzellen sich treffen, und es entstehen mehr konstante grüne Pflanzen¹⁾. — Aus einem experimentell gefundenen Verhältnis der beiderlei grünen Pflanzen ließe sich die Prozentzahl der grünen Pflanzen nicht berechnen, da eine zweite Unbekannte, die ungleiche Verteilung der „grünen“ Keimzellen, mitspielt. Hier können nur weitere Experimente, womöglich auch mit einem günstigeren, nicht nur eine Samenanlage im Fruchtknoten führenden Objekte, vollen Aufschluß geben²⁾. Im übrigen komme ich auf diese Fragen nochmals zurück (S. 642 f.).

C. Die Bastarde zwischen chlorina-, variegata- und typica-Sippen.

I. chlorina + typica.

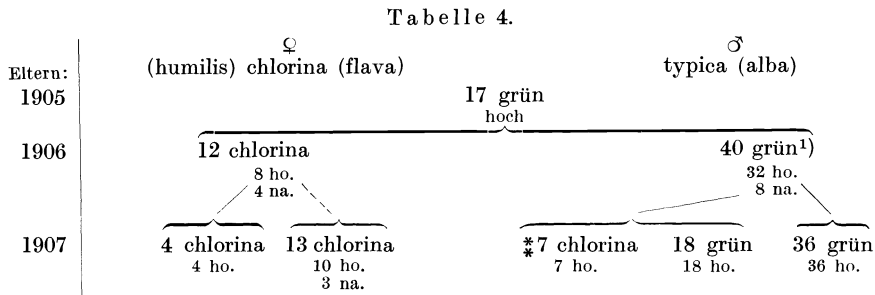
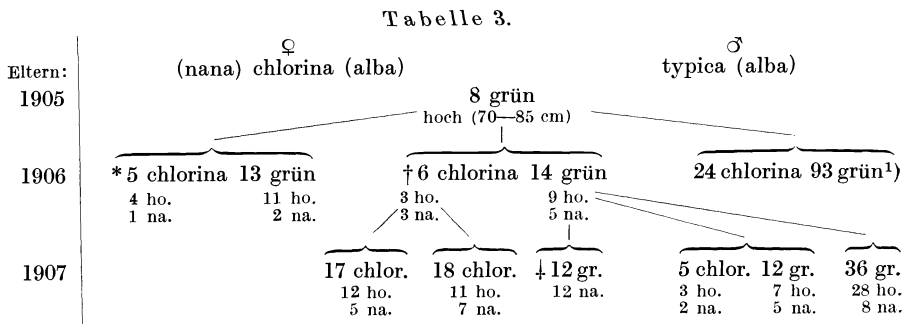
Wie ich schon früher gezeigt habe²⁾, dominiert im Bastard die normale grüne Farbe des Laubes, aber nicht vollständig; die Bastardpflanzen sind im Durchschnitt merklich heller. Ich habe seinerzeit die Chlorophyllmenge zu 90 (87 bis 91)% bestimmt. Die Spaltung der zweiten Generation war in allen Fällen ganz rein, speziell zeigt sich das *variegata*-Merkmal nie

¹⁾ „Spaltet“ ein Teil der reingrünen Nachkommen, wie es den Anschein hat, wirklich wie der Bastard *variegata* + *typica*, so ist damit der Beweis erbracht, daß schon die Keimzellen auf der *variegata* verschieden sein können, und daß nicht erst im Embryo entschieden wird, ob eine *variegata* oder eine grüne Pflanze entsteht, was von vornherein wenig wahrscheinlich ist.

²⁾ Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. XX (1902) S. 602, G. A. 11, 322 und: Über die dominierenden Merkmale der Bastarde, ebendort Bd. XXI (1903) S. 142, G. A. 12, 337.

in einzelnen Sämlingen. (Wenn es auftritt, sind die gescheckten Pflanzen viel häufiger als die *chlorina*-Pflanzen, vgl. S. 627.) Die Heterozygoten ließen sich von den reingrünen Homozygoten wohl im Durchschnitt, aber nicht in jedem einzelnen Fall unterscheiden, so daß ich sie nicht sicher auszählen konnte; im einzelnen habe ich mich nie getäuscht, wenn ich ein Exemplar auf Grund seiner Laubfarbe als Heterozygot ansprach und dann die Nachkommenschaft aufzog.

In Tabelle 3 und 4 gebe ich zwei Versuche in Stammbaumform wieder. Es sind in kleinerer Schrift auch gleich die Ergebnisse hinsichtlich des Wuchses mitgeteilt (ho. = hoch, na. = zwergig).



Die Bastarde der ersten Generation waren wenigstens annähernd so hoch wie das hochwüchsige *alba*-Elter. Etwas niedriger dürften sie wohl sein; die gemessenen Werte schwanken zwischen 70 und 85 cm, sind aber nicht ganz beweisend, weil ich keine reinen *alba*-Sämlinge gleicher Herkunft dicht daneben gezogen hatte. In der zweiten Generation war die Spaltung nach dem *nana*-Merkmal (35 bis 40 cm) und dem *alta*-Merkmal (65 bis 85 cm) ganz ausgesprochen; es gab aber unter den hochwüchsigen und den zwergigen Exemplaren *chlorina* und tiefes Grün. Wieviel von den *chlorina*- und den

¹⁾ Die Höhengaben waren bei diesen zwei Versuchen, infolge starker Schwankungen in der Bodenqualität, nicht ganz sicher, es sind deshalb beim einen gar keine Angaben gemacht.

normalgrünen Exemplaren hoch und wieviel niedrig waren, ist bei den meisten Versuchen der Tabellen 3 und 4 angegeben. Das Verhältnis *alta* : *nana* = 3 : 1 tritt aber bei den kleinen Zahlen nicht immer recht hervor¹⁾. Die beiderlei *alta*-Pflanzen zeigten übrigens einen deutlichen, wenn auch geringen Unterschied in der Höhe. Bei Versuch * und † von Tabelle 3 betrug z. B. die mittlere Höhe der normalgrünen Pflanzen 79 cm, die mittlere Höhe der *chlorina*-Individuen dagegen nur 72 cm, so daß sie in diesem Fall um 6 cm im Mittel niedriger waren. Bei anderen Versuchen schien mir der Unterschied noch etwas deutlicher. Die durchschnittliche Höhe der beiderlei Zwergpflanzen betrug bei den gleichen Versuchen (* und †) 38 cm. Wäre eine größere Anzahl gemessen worden, so hätte sich wohl auch bei ihnen ein Unterschied herausgestellt, der aber, proportional der geringeren absoluten Höhe, gewiß unbedeutend ausgefallen wäre, vielleicht 2 bis 3 cm betragen hätte.

Die tiefgrünen *nana*-Pflanzen der zweiten Generation konnten, wie Versuch † der Tabelle 3 zeigt, eine konstante Nachkommenschaft geben, und ebenso die hohen *chlorina*-Pflanzen (Versuch * der Tabelle 4), während mehr davon sich, wie zu erwarten, als heterozygot erwiesen. So habe ich zwei konstante neue (auch nicht im Handel befindliche) Sorten erhalten, von denen besonders die zwergige tiefgrüne wirklich hübsch ist.

Mit der von BAUR studierten *aurea*-Sippe des *Antirrhinum majus* hat unsere *Mirabilis Jalapa chlorina* (und auch die später [S. 643]) zu besprechende *chlorina*-Sippe der *Urtica pilulifera* die Konstanz und das regelmäßige Spalten bei der Keimzellbildung im Bastard gemeinsam; die *aurea*-Anlage dominiert aber über die für typisches Grün, während die *chlorina*-Anlage ihr gegenüber rezessiv ist. Das scheint mir ein auffallender Unterschied zu sein (abgesehen von dem im Verhalten der Farbstoffe (S. 615); sehr interessante Folgen, ergeben sich daraus, daß das *aurea*-Merkmal nur in Heterozygoten lebensfähig sein und in Homozygoten nicht existieren kann, so daß die *aurea*-Sippe nur als Bastard vegetativ existiert²⁾. Doch ist das vielleicht kein prinzipieller Unterschied von *chlorina*.

Die von JOHANNSEN³⁾ beobachteten „*aurea*“-Linien des *Phaseolus vulgaris* gehören vielleicht zu meinem *chlorina*-Typus; doch ist darüber, ob sie rezessiv sind (wie ich vermute) oder dominieren, noch nichts bekannt.

¹⁾ Es sieht fast so aus, als ob zuviel *nana*- und zuwenig *alta*-Sämlinge herauskämen; um solche Fragen zu studieren, ist *Mirabilis* ein zu ungünstiges Objekt.

²⁾ Vgl. die Literaturangabe auf S. 613.

³⁾ Dasselbe kommt aus anderm Grund bei *calycanthema*-Sippen der *Campanula Medium* mit völlig oder fast völlig sterilem Ovar und völlig tauglichem Pollen vor. (Einige Bastardierungsversuche mit anomalen Sippen. Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. XLI, Heft 3, S. 473 (1905), G. A. 20, 443.)

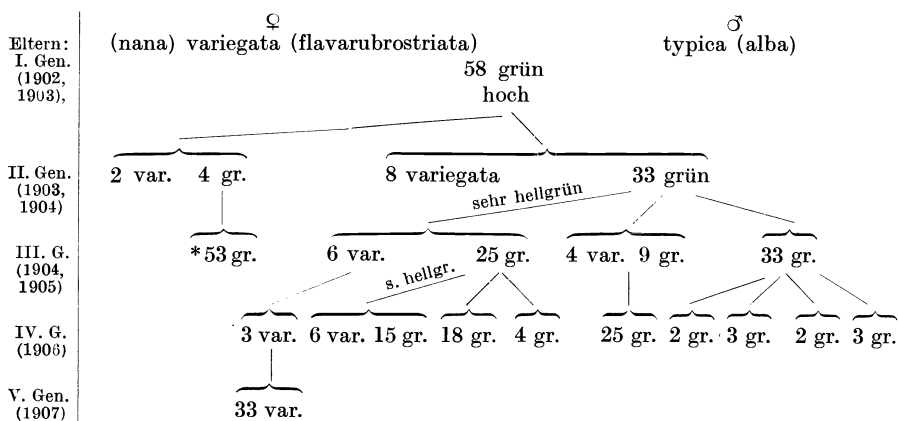
II. *Variegata* + *typica*.

Das *variegata*-Merkmal verhält sich genau wie das *chlorina*-Merkmal dem typischen Grün gegenüber: *variegata* ist rezessiv¹⁾, freilich nicht vollkommen, denn die 1. Generation des Bastardes ist gerade noch merklich heller grün als die typische *Mirabilis Jalapa* es im mittel ist; die 2. Generation des Bastardes spaltet.

Bei der nicht vollkommenen Konstanz der *variegata*-Sippen sind etwas weniger als 25% *variegata*-Sämlinge zu erwarten, weil zu den 75% grüner Homo- und Heterozygoten noch einzelne grüne Rückschlagpflanzen der *variegata* kommen werden (S. 619). Nach dem, was wir jetzt wissen, werden sie kaum von den grünen Homo- und Heterozygoten unterschieden werden können.

Tabelle 5 bringt den am längsten fortgesetzten Versuch.

Tabelle 5.



Das Merkmalspaar *humilis* (resp. *nana*) — *alta* spaltet natürlich ebenfalls, und es lassen sich auch hier konstante niedrige oder zwergige grüne Sorten und (fast) konstante hohe, gescheckte herstellen, wie wir entsprechendes schon bei den *chlorina*-Sippen fanden. Um nur ein Beispiel zu nennen, waren die 53 Pflanzen der in der Tabelle mit * bezeichneten Aussaat alle normal grüne Zwerge.

III. *Chlorina* + *variegata*.

Auch diese Bastarde folgen den MENDEL'schen Vererbungsgesetzen, wobei das *variegata*-Merkmal dominiert. Bei genügender Ausdehnung der Versuche werden natürlich in der 1. Generation und den folgenden reingrüne Individuen,

¹⁾ DE VRIES (Mutationstheorie Bd. II, S. 356) sah bei *Oenothera* und *Nicotiana* Bunt wenigstens bei einem Teil der Keimlinge dominieren. Es handelte sich dabei gewiß um ein ganz anderes „Bunt“ als bei unserer *variegata*, um eines, das wohl mehr der *aurea*-Sippe BAUR's bei *Antirrhinum* entsprach, wenn nicht einfache Homozygotenbildung beobachtet worden war.

aus der *variegata* stammend, auftreten, wie es z. B. der erste und der dritte der nachfolgenden Versuche (Tabelle 6—8) zeigt. Der als Tabelle 6 mitgeteilte Versuch hatte hinsichtlich der Abgrenzung der *chlorina* und *variegata* besondere Schwierigkeiten geboten. Die als *chlorina?* bezeichneten 2 Pflanzen waren an ihrer Blütenfarbe als Bastarde kenntlich; bei dem mit * bezeichneten Versuch waren wohl schwache *variegata*-Streifen bei einem Teil der „*chlorina*“-Pflanzen übersehen worden.

Tabelle 6.

Eltern:	♀ (nana) <i>chlorina</i> (<i>alba</i>)	♂ (<i>humilis</i>) <i>variegata</i> (<i>flava</i>)
1905	2 chlor. ? 3 var. fast chlor.	14 var.
1906	* 14 chlor. 4 fast chlor. 3 var. 3 chlor. 6 var. † 13 chlor. 6 fast chlor. 24 var. 2 gr.	
1907		† 5 chlor. 8 gr.

Tabelle 7.

Eltern:	♀ (nana) <i>chlorina</i> (<i>alba</i>)	♂ (nana) <i>variegata</i> (<i>flavarubrostriata</i>)
1906	6 (nana) <i>variegata</i> (<i>flavarubrostriata</i>)	
1907	4 <i>chlorina</i> 12 <i>variegata</i>	4 <i>chlorina</i> 14 <i>variegata</i>

Tabelle 8.

Eltern:	♀ (nana) <i>chlorina</i> (<i>alba</i>)	♂ (nana) <i>variegata</i> (<i>rubra</i>)
1906	13 (nana) <i>variegata</i> (<i>rubra</i>)	
1907	6 <i>chlorina</i> 19 <i>variegata</i>	8 <i>chlorina</i> 16 <i>variegata</i>
1908		4 <i>variegata</i> 1 grün!

Wenn eine *variegata*-Sippe vom *humilis*-Wuchs mit einer *chlorina*-Sippe vom *nana*-Wuchs verbunden wird, wie bei Versuch 6, dominiert der erstere über den letzteren, und in der zweiten Generation tritt Spalten ein, das sich aber bei der Zusammenstellung aller Höhen nicht zeigt, weil die Kurven der *nana*- und der *humilis*-Individuen stark übereinander greifen. Im folgenden gebe ich für die in Tabelle 6 mit * bezeichnete Aussaat die Höhenmaße, auf 5 cm abgerundet (im ersten Jahr, c = *chlorina*, v = *variegata*, g = grün):

Höhe in cm:	25	30	35	40	45	50
Pflanzen:	2 v	2 c 3 v	5 c 7 v	3 c 10 v	2 c 4 v 1 g	1 c 4 v 1 g

Sie lehren wenigstens, daß die Merkmale: hoher und niedriger Wuchs mit den Merkmalen: *chlorina* und *variegata* beliebig kombiniert sind, so daß

nana variegata- und *humilis chlorina*-Sippen entstehen; daß die zwei rein grünen Exemplare zu den höchsten gehören, ist gewiß nur Zufall.

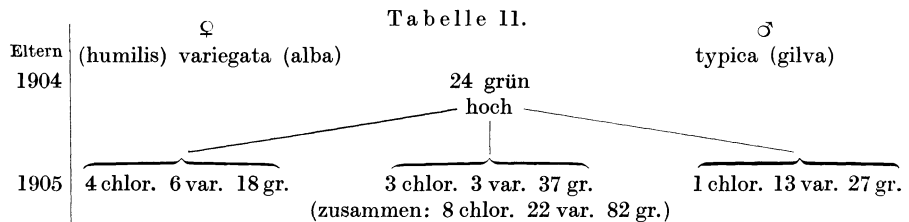
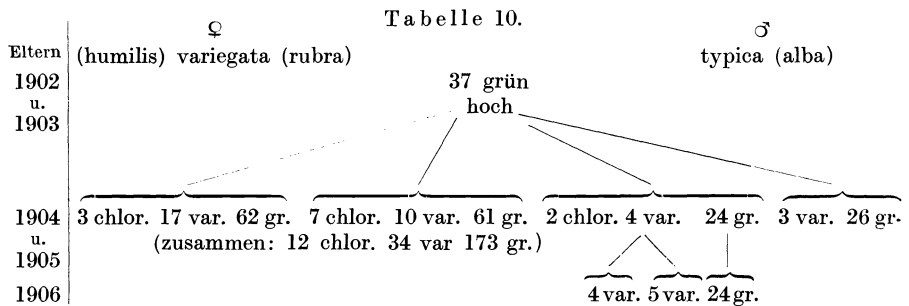
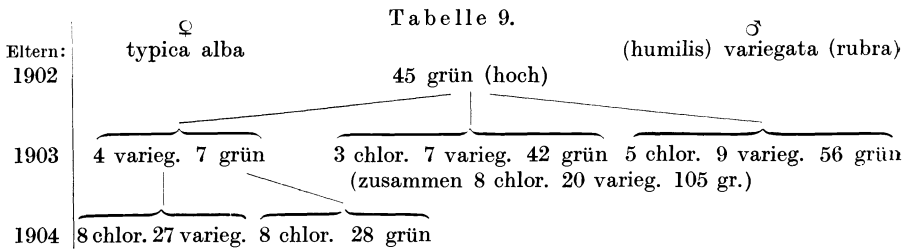
Auch der in derselben Tabelle mit † bezeichnete Versuch zeigte das Spalten nach dem Wuchsmerkmal, unabhängig von der Laubfarbe:

Höhe in cm:	20	25	30	35	40	45	50	55
Pflanzen:	1 c	1 c 1 g	.	1 g	2 c 1 g	1 c 2 g	2 g	1 g

Von den 13 Pflanzen gehörten 3 sicher in die *nana*-Klasse: 2 *chlorina* und eine dunkelgrüne. — Ob einzelne Kombinationen häufiger, andere seltener gefunden werden, als die Rechnung verlangt, läßt sich hier schlecht verfolgen.

IV. Fälle, wo in der 2. Generation des Bastardes neue Merkmale auftraten.

Bei den bisher besprochenen Bastardierungsversuchen bildeten die Merkmale einfache Paare, die den MENDEL'schen Gesetzen folgten. Ich habe auch verwickeltere Verhältnisse angetroffen; als Beispiele gebe ich zunächst in Tabelle 9, 10 und 11 drei Versuche wieder.



In allen Fällen war *variegata* mit *typica* verbunden worden. Die Bastarde waren, wie zu erwarten, in der 1. Generation stets ganz grün und hochwüchsig, in der zweiten trat aber keine Spaltung im Verhältnis 1 *variegata* : 3 *typica* ein (S. 624), sondern eine in *chlorina*, *variegata* und *typica* im Verhältnis 1 : 3 : 12! Das zeigen alle drei Versuche ganz gut¹⁾. Die neu auftretende *chlorina* ist gewiß konstant. Die *variegata*-Pflanzen geben teils *chlorina* und *variegata* (im Verhältnis 1 : 3) teils lauter gescheckte Sämlinge²⁾. Die grünen Pflanzen geben teils wieder grüne, teils *chlorina* und grüne (im Verhältnis 1 : 3). Daß keine grüne Pflanze wieder *variegata* und grüne, oder *chlorina*, *variegata* und grüne im Verhältnis 1 : 3 : 12 gab, ist wohl nur Zufall. — Die zu den Bastardierungen verwendeten Pflanzen waren sicher konstant.

Ich habe aber auch in der 2. Generation des Bastardes *chlorina* + *typica* auf einmal *variegata*-Sämlinge auftreten sehen, während sie ja sonst (vgl. S. 622) aus 75% typisch grünen und 25% *chlorina*-Pflanzen besteht. Ein so verlaufender Versuch ist in Tabelle 12 mitgeteilt.

Tabelle 12.

Eltern	♀ typica (alba)	♂ (nana) chlorina (albarubrostriata)
1903	7 grün (hoch)	
1904	3 chlorina 4 variegata	63 grün
1905	2 chlor. 8 chlor. 1 chlor. 5 var. 4 gr. 3 chlor. 3 var. 1 gr. 1 var. 4 gr. 11 var. 44 gr. 2 gr. 2 gr.	
1906	4 chlor. 24 chlor. 22 chlor.	³⁾ 1 chlor. 25 gr. 25 gr.

Die 2. Generation dieses Bastardes hat also dieselbe qualitative Zusammensetzung wie die eines der eben besprochenen auffallenden Bastarde zwischen *variegata* und *typica*. Daß quantitativ viel zu viel grüne und zu wenig gescheckte Sämlinge beobachtet wurden, will nicht viel sagen; hier

¹⁾ In folgender kleinen Tabelle sind die Zahlen zusammengestellt:

	chlorina	variegata	grün	zusammen
Versuch 9	8 = 6%	20 = 15%	105 = 79%	133
Versuch 10	12 = 5,5%	34 = 15,5%	173 = 79%	219
Versuch 11	8 = 7%	22 = 19,5%	82 = 73%	113
zusammen:	28 = 6%	76 = 16,5%	360 = 78,5%	465
berechnet:	6,25%	18,75%	75%	

²⁾ Abgesehen von den einzelnen reingrünen Exemplaren, die sich in der Nachkommenschaft der *variegata*-Sippen befinden.

³⁾ Das Auftreten dieser einzelnen *chlorina* ist auffallend, vielleicht liegt ein Versehen beim Auspflanzen der (in Töpfen gezogenen) Keimlinge vor, obschon ich es überwachte. — 6 *chlorina* Ex. und 20 grüne wären leicht verständlich gewesen.

spielt der Zufall eine zu große Rolle. Auch die folgende 3. Generation stimmt überein. — Daß auch hier die Eltern, *typica* und *chlorina*, konstant waren, ist sicher. Bei der letzteren hätte man höchstens denken können, es wäre ein besonders schwachgeflecktes *variegata*-Exemplar gewesen; dann bliebe aber das Auftreten der echten, konstant bleibenden *chlorina*, das der Versuch zeigt, unverständlich.

Wir sehen also in der Nachkommenschaft der Bastarde zwischen *variegata*- und *typica*-Stöcken, die beide konstant sind, auf einmal *chlorina*-Sämlinge auftauchen, und in der Nachkommenschaft der Bastarde zwischen *chlorina*- und *typica*-Stöcken, die ebenfalls konstant sind, *variegata*-Sämlinge. Wie erklärt sich das?

Wir haben bisher immer mit MENDEL von Merkmalspaaren: *variegata-typica*, *variegata-chlorina*, *chlorina-typica*, gesprochen. Nach einer neueren Auffassung ist das nicht richtig; wir hätten mit einzelnen Merkmalen zu rechnen, die im zweiten Elter gar keinen Paarling fänden („presence and absence“-Theorie BATESON's und SHULL's)¹⁾. Ich darf vielleicht hier etwas weiter ausholen.

Wenn wir nach dem bekannten MENDEL'schen Beispiel eine gelbsamige und eine grünsamige Erbse bastardieren, hätten wir dann in den Keimzellen der letzteren die Anlage für „grün“, die für „gelb“ müßte fehlen. In den Keimzellen der ersteren fänden wir dagegen die für „gelb“ Ge und die für „grün“ Gr, beide in aktivem, entfaltungsfähigem Zustand. Die Anlage der grünen Sippe wäre demnach Gr, die Anlagen der gelben wären GeGr. Gelb verdeckt grün, deshalb ist GeGr gelb und ebenso der Bastard GeGr Gr; wenn Ge fehlt, kann Gr sich zeigen. Das Gelb ist dem Grün gegenüber nach BATESON's Terminologie „epistatisch“, das Grün dem Gelb gegenüber „hypostatisch“. Bei der Keimzellbildung des Bastardes erhielte jede Keimzelle Gr, die eine Hälfte der Keimzellen außerdem Ge, die andere nichts. Etwa so wie bei der Spermatozoenbildung der Hemiptere *Protenor* die Heterochromosomen verteilt werden, würden die Anlagen verteilt; es würden keine Anlagenpaare gespalten. — Die Anlage für grün müßte neben der für Gelb aktiv in der gelben Erbse vorhanden sein, sonst erhielten wir in der 2. Generation auch reinweißsamige Erbsen. Denn ein Viertel der Keimzellen des Bastardes erhielte sonst weder Ge noch Gr, und wenn solche Keimzellen (in $\frac{1}{16}$ der möglichen Fälle) zusammenkämen, gäbe es überhaupt keine Färbung.

¹⁾ BATESON, W., Facts limiting the Theory of Heredity, Science, Nov. 15, 1907, p. 652.

SHULL, G. H., A new Mendelian Ratio and several Types of Latency. Americ. Naturalist, Vol. XLII (July 1908) p. 444.

Man ist aber nicht gerade gezwungen, mit BATESON anzunehmen, die „epistatische“ Anlage des einen Elters fehle dem andern Elter (in unserm Falle) also Ge der grünen Erbse); es genügt, wenn man sie unentfaltbar, völlig „latent“, sein läßt, um dieses vieldeutige Wort zu gebrauchen. Man hat dann wieder die Paare und kann in gewohnter Weise den aktiven Zustand der Anlage mit großen, den unentfaltbaren Zustand mit kleinen Buchstabe bezeichnen. Im oben genannten Fall hätte die gelbe Erbse die Anlagen GeGr, die grüne die Anlagen geGr.

Das wesentliche für uns hier liegt vielmehr in dem, was BATESON „Hypostasie“ getauft hat: daß ein Merkmal durch ein anderes verdeckt oder gehemmt werden kann und doch völlig aktiv vorhanden ist.

Wenden wir diese Anschauungen auf unsere Fälle an, so hätten wir als Anlagen der typisch grünen Sippen: G (für normales Grün), V (für *variegata*) und C (für *chlorina*), also GVC, wobei V das C verdeckt und G alle beide. Für die *variegata*-Sippen hätten wir: g (die fehlende¹) oder latente Anlage für reines Grün), V (die für *variegata*) und C (die für *chlorina*), also gVC, wobei V das C verdeckt, sich selbst aber zeigen kann, weil G fehlt oder latent ist. Die *chlorina*-Sippen hätten endlich die Anlagen gvC, wobei C sich zeigen kann, weil es nicht daran durch G und V gehindert ist.

Bei der Bastardierung einer typisch grünen mit einer *variegata*-Sippe kämen so GVC und gVC zusammen, und wir erhielten in der 2. Generation, da ja nur nach G und g „gespalten“ (resp. „verteilt“) werden kann, 3 grüne auf 1 *variegata*-Sämling. Das haben wir bei Versuch 5 auch wirklich (beobachtet (Fall 1).

Wenn bei derselben Bastardierung aber, wie bei Versuch 6, 7 und 8, in der zweiten Generation neben *variegata*- noch *chlorina*-Sämlinge, im Verhältnis 3 : 1, auftreten, außer den grünen, braucht man nur anzunehmen, dem einen Elter fehle V, oder es sei V in ihm ganz latent. *Variegata* kann dies Elter natürlich nicht sein; so bleibt nur übrig, zu schließen, in solchen Fällen habe das typisch grüne Elter die Anlagen GvC, was ja, da man das Fehlen des verdeckten V nicht merken kann, auf sein Aussehen (und seine Konstanz) ohne Einfluß wäre²). Es kämen also bei der Bastardierung zusammen: GvC und gVC; das gäbe bei der Keimzellbildung des Bastardes viererlei Keimzellen: GVC, GvC, gVC, gvC, die bei der Selbstbefruchtung in sechzehnerlei Weise zusammen kämen. Diese einzelnen Kombinationen sind in

¹) Dafür, daß die Anlage für Grün nicht ganz fehlt, sondern nur latent ist, spricht doch das Auftreten der rein grünen Sämlinge in der Nachkommenschaft.

²) Nach dem helleren Grün, das die Bastarde *typica* + *variegata* der *typica* gegenüber zeigen (S. 624), erscheint es wenigstens wahrscheinlich, daß eine in der *typica* steckende hypostatische *variegata*-Anlage nicht ganz wirkungslos bleiben würde, daß also die *typica* GVC konstant etwas heller grün sein müßte als die *typica* GvC. Durch diesen Nachweis ließe sich die Hypostasie-Theorie etwas stützen.

Tabelle 13 aufgeführt, gleich nach dem Aussehen und dem Verhalten der 3. Generationen geordnet.

Tabelle 13.

Kombinationen der Keimzellen der I. Generation	R e s u l t a t						
	II. Generation		III. Generation				
	Aussehen	Anlagen					
GVC+gvC	Klasse I	grün	Klasse 1	GgVvC	} 12 grün : 3 varieg. : 1 chlor.		
GvC+gVC						grün	GgVvC
gVC+GvC						grün	GgVvC
gvC+GVC	Klasse I	grün	Klasse 2	GgV . C			
GVC+gVC						grün	GgV . C
GVC+gVC	Klasse I	grün	Klasse 3	Gg . vC			
gVC+GVC						grün	Gg . vC
GvC+gvC	Klasse I	grün	Klasse 4	G . VvC		} 3 grün : 1 variegata	
GVC+GvC							grün
GvC+GVC	Klasse II	varieg.	Klasse 5	. gVvC			
gVC+gvC					varieg.		. gVvC
GVC+GVC	Klasse I	grün	Klasse 6	G . V . C	} 3 grün : 1 chlorina		
GvC+GvC							grün	G . . vC
gVC+gVC	Klasse II	varieg.	Klasse 8	. gV . C			
gvC+gvC							chlorina	. g . vC

Man sieht, 12 Kombinationen geben grün, 3 geben *variegata* und eine gibt *chlorina*. Von den zwölf grünen Pflanzen der 2. Generation geben vier wieder 12 grün : 3 *variegata* : 1 *chlorina*, zwei geben 3 grün : 1 *variegata*, zwei geben 3 grün : 1 *chlorina*, und vier sind konstant grün, wenn auch den Anlagen nach nicht gleich; so tritt z. B. darunter die oben angenommene grüne Sippe GVC auf. Von den drei *variegata*-Pflanzen geben zwei sowohl *variegata* als *chlorina* Nachkommen im Verhältnis 3 : 1, eine ist konstant, ebenso ist die eine *chlorina* konstant. Nach dem weiteren Verhalten können wir also neuerlei Pflanzen in der 2. Generation unterscheiden (in der Tabelle mit arabischen Ziffern bezeichnet), von denen wir noch nicht alle kennen (S. 626; Fall 2).

Genau dieselbe Zusammensetzung der 2. Generation müßte aber auch der Bastard zwischen *typica* und *chlorina* geben, wenn die *typica* alle drei Anlagen (aktiv) enthält: GVC. Wie bei der obersten der in Tabelle 13 aufgeführten Kombinationen käme da GVC und gvC zusammen; V hätte eben bloß seine Stelle gewechselt, es ist aus der *variegata* gVC herausgetreten, (wodurch diese zu *chlorina* wurde) und bei der *typica* GvC eingetreten, die dabei äußerlich unverändert geblieben ist, obschon sie jetzt GVC ist. Ein Versuch, der so verlief, ist in Tabelle 12 mitgeteilt (Fall 3).

Nun haben wir aber noch den (von uns häufiger beobachteten) Fall zu erklären, bei dem der Bastard *typica* + *chlorina* in der zweiten Generation

auf je 3 typisch grüne 1 *chlorina* Sämling gibt (Vers. 3, 4). *Chlorina* kann nur die Anlagen gvC enthalten, es fragt sich also, wie die grüne Pflanze beschaffen sein müßte. Es würde genügen, wenn von ihren Anlagen V inaktiv würde, also aus GVC GvC. Dann käme bei der Bastardierung GvC und gvC zusammen, das Spalten (oder Verteilen) könnte nur nach G und g erfolgen, und die Nachkommenschaft des Bastardes bestünde aus normal grünen und *chlorina*-Pflanzen im Verhältnis 3 : 1 wie bei Klasse 3 in Tabelle 13 (Fall 4). Die gleiche grüne Sippe mit den Anlagen GvC haben wir schon bei den Bastardierungen mit *variegata* kennen gelernt (Fall 2, oben S. 629).

Das Verhalten des Bastardes zwischen *variegata* und *chlorina* bedarf keiner besondern Annahmen; bei seiner Entstehung kommen gVC und gvC zusammen, die nur nach V und v gespalten werden können, so daß es auf 3 *variegata* Sämlinge 1 *chlorina* Sämling geben wird (Fall 5).

Wir hätten also zweierlei gleich aussehende typisch grüne Sippen, eine mit den Anlagen GVC und eine mit den Anlagen GvC. Da steht nichts im Wege, auch die Existenz eines Grüns mit den Anlagen GVc (also ohne *chlorina*-Anlage oder mit ganz latenter) und eines mit Gvc (bei dem die *chlorina*- und die *variegata*-Anlage fehlen oder inaktiv sind) anzunehmen, so daß es viererlei normales Grün gäbe. Wenn eine der beiden letzteren — einstweilen ganz hypothetischen — Sippen mit *chlorina* bastardiert würde, erhielte man eine sehr merkwürdige 2. Generation: im ersten Falle käme durchschnittlich auf 63 Sämlinge ein rein weißer, im zweiten schon auf 15 ein solcher. Es könnte auch zweierlei *variegata*-Sippen geben, neben der bekannten mit den Anlagen gVC auch eine mit den Anlagen gVc, die, mit *chlorina* bastardiert, als 2. Generation des Bastardes 12 *variegata*: 3 *chlorina*: 1 reinweiß hervorbrächte.

Ich will hier auf diese und andere einschlägige Fragen nicht weiter eingehen, die zu eng mit dem Begriff „Anlage“ zusammenhängen; das Gesagte zeigt, wie hübsch die Annahmen einer Hypostasie das tatsächliche Verhalten wenigstens formell erklärt. Nur eines will ich noch bemerken: es gibt sicher Fälle, wo in der 2. Generation eines spaltenden Bastardes auch dreierlei Pflanzen im Verhältnis 12 : 3 : 1 auftreten, von denen die mittleren neu sind (wie *variegata* beim Bastard *typica* + *chlorina*), und wo man mit der Annahme einer „Hypostasie“ doch nicht ausreicht. Ich habe schon 1902 gezeigt, daß der — rotblühende — Bastard zwischen *Mirabilis Jalapa rubra* und *M. J. alba* als 2. Generation *rubra*-, *albarubrostriata*- und *alba*-Pflanzen gab (in % 88 : 9 : 3)¹⁾, und spätere Untersuchungen haben mir das Verhältnis 12 : 3 : 1 gelehrt (z. B. 217 *rubra* 47 *albarubrostriata* 18 *alba*). Trotzdem kann man nicht annehmen, in der *rubra*-Sippe sei aktive *albarubrostriata*, „hypostatistisch“ verdeckt oder gehemmt, vorhanden, denn die *rubra* gibt

¹⁾ Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen. Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. Bd. XX, S. 601, G. A. 11, 321.

mit andern hellblühenden Sippen, z. B. mit der blaßgelben *gilva*, Bastarde, in deren 2. Generation keine rotgestreiften Pflanzen auftreten. Die entfaltete Anlage zur Rotstreifung muß aus der *alba*-Sippe stammen, und da die *albarubrostriata*-Sippen unter allen Umständen über die *alba*-Sippen dominieren, kann sie nicht aktiv, aber „hypostatisch“ in dieser *alba* gesteckt haben. Hier bleibt eben, wie ich schon früher (für die Rotstreifung bei *alba* + *gilva*) zeigte, nur ein Aktiv-Werden inaktiver, wirklich „latenter“ Anlagen unter dem Einfluß des fremden Idioplasmas übrig, und so müssen schließlich vielleicht doch auch die eben geschilderten, komplizierteren Spaltungsfälle bei *chlorina*- und *variegata*-Bastarden noch einmal geklärt werden.

V. *Mirabilis Jalapa variegata* + *M. longiflora typica*.

M. Jalapa und *M. longiflora* sind zwei Arten, die sich zwar bastardieren lassen und sogar mehr oder weniger fruchtbare Bastarde geben, die sich aber doch in jedem Organ, vom Kötyledo bis zum Fruchtperrigon, deutlich, zum Teil sogar sehr auffällig unterscheiden. So einförmig die erste Generation der Bastarde ist¹⁾, so vielförmig ist die zweite, und wenn es auch schwer fällt, die Merkmale scharf zu fassen, soviel scheint mir nach jahrelangen Beobachtungen schon jetzt sicher: konstant ist der Bastard kaum in einem Merkmal, wahrscheinlich „mendeln“ alle.

Da die Laubfarbe ein besonders leicht zu erkennender Charakter ist, habe ich 1903 auch den Bastard zwischen einer geschecktblättrigen, zwergigen *M. Jalapa* und einer gewöhnlichen, weißblütigen *M. longiflora* hergestellt, wobei natürlich letztere den Pollen liefern mußte. Sie war völlig konstant; überhaupt sind mir von ihr weder *chlorina*- noch *variegata*-Sippen bekannt. Das Verhalten des Bastardes ist in Tabelle 14 mitgeteilt:

Tabelle 14.

	♀	♂
Eltern	M. Jalapa (nana) variegata (flavarubrostriata)	M. longiflora (alba)
1904	2 grün	
1905	33 chlorina u. variegata	
1907	113 grün	

Man sieht sofort, daß dieser Artbastard genau ebenso spaltet, wie einer der Sippenbastarde innerhalb der Art *Jalapa*. Wenn neben *variegata* auch, als Novum, *chlorina* auftritt, so kommt das ja auch bei diesen vor (S. 626), spricht aber nicht gerade für die Erklärung durch Hypostasie, die wir dafür oben gaben, denn, wie schon gesagt, eine *longiflora variegata* und *longiflora chlorina* sind unbekannt. Auch das Verhalten der dritten Generation entspricht, soweit ich es verfolgt habe, ganz den Erwartungen.

¹⁾ Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen l. c. S. 603, G. A. 11, 323.

Wie die Laubfarbe spaltet aber auch das Merkmal von der Höhe der ganzen Pflanze (der hohe Wuchs, besser die größere Länge der Triebe der *M. longiflora* dominiert auch hier über den Zwergwuchs) und das vom Habitus (*M. Jalapa* ist aufrecht, *M. longiflora* ausgebreitet-niederliegend, die erste Generation ist intermediär, aber der *M. longiflora* ähnlicher). So war es z. B. leicht, unter den Pflanzen der zweiten Generation zwergige *variegata*-Pflanzen mit dem *longiflora*-Habitus und dunkelgrüne hohe mit dem *Jalapa*-Habitus zu finden.

D. Die albomaculata-Sippe.

I. Aussehen und Vererbung bei Selbstbestäubung, Verhalten beim Pfropfen.

Im Jahre 1904 trat neben den 22 typisch grünen Pflanzen bei Versuch 40 eine auf, deren Laub zum Teil auffällig weißbunt war. Im Vorjahre war eine reine *alba* (Nr. 36) mit dem Pollen einer *albaflavostriata* (Nr. 256) bestäubt worden; die so erhaltenen 30 Früchte waren das Saatgut des bewußten Versuches. Die *alba*-Pflanze hatte schon zu zahlreichen anderen Versuchen gedient, ohne daß sich in ihrer Deszendenz je eine weißbunte Pflanze gezeigt hätte. Die *albaflavostriata* war ein Stock aus der zweiten Generation des Bastardes *alba* + *gilva* vom Jahre 1900; von ihren Geschwistern und Verwandten und deren Deszendenz hatte ich damals schon viele hunderte gezogen, und seitdem habe ich noch mehr unter den Händen gehabt, ohne daß ein zweites weißbuntes Individuum aufgetreten wäre. In der Literatur habe ich nichts über eine weißbunte *Mirabilis* gefunden, und im Handel kommt, soviel ich weiß, auch keine vor. All das macht es wenigstens sehr wahrscheinlich, daß das Exemplar, das im Jahre 1904 auftrat, einer „Mutation“ sein Dasein verdankt. Ein ganz exakter Beweis läßt sich dafür aber überhaupt kaum führen.

Die weißbunten Teile der ersten Pflanze und ihrer Deszendenz, soweit sie ebenfalls weißbunt war, entsprachen etwa einer noch stark grüngescheckten *variegata*, bei der die Farbstoffe an den *chlorina*-Stellen fast oder völlig geschwunden sind, so daß die Blätter (und Stengel) grün und blaßgelb bis rein weiß gefleckt sind. Im allgemeinen dürfte sich bei der *albomaculata* das Grün mehr an die Blattmediane halten als bei der *variegata*, wie aus den beigegebenen Abbildungen (Fig. 1 A, E und Fig. 2) hervorgeht, doch ist das kein durchgreifender Unterschied. Bei beiden sind *Pantanelis* „*nervi limitantes*“ sehr deutlich. — Wenn noch Farbstoff in den blassen Flecken vorhanden ist, sind es ganz vorwiegend die *Xanthophylle* und *Carotine*; das *Chlorophyll* verschwindet also hier (wie bei den *aurea*-Sippen in unserer Fassung) viel rascher, im Gegensatz zu der *variegata* und *chlorina*. Vergleicht man einen alkoholischen Auszug aus den blassen Stellen mit einem aus den hellen Stellen

der *variegata*-Blätter (oder aus ganzen *chlorina*-Blättern), so ist daran nicht zu zweifeln. — Das Mosaikmuster der Ober- und Unterseite des Blattes deckt sich durchaus nicht; schon dadurch kommen Schwankungen im Grün zustande, die durch Abstufungen im Chlorophyllgehalt noch auffälliger

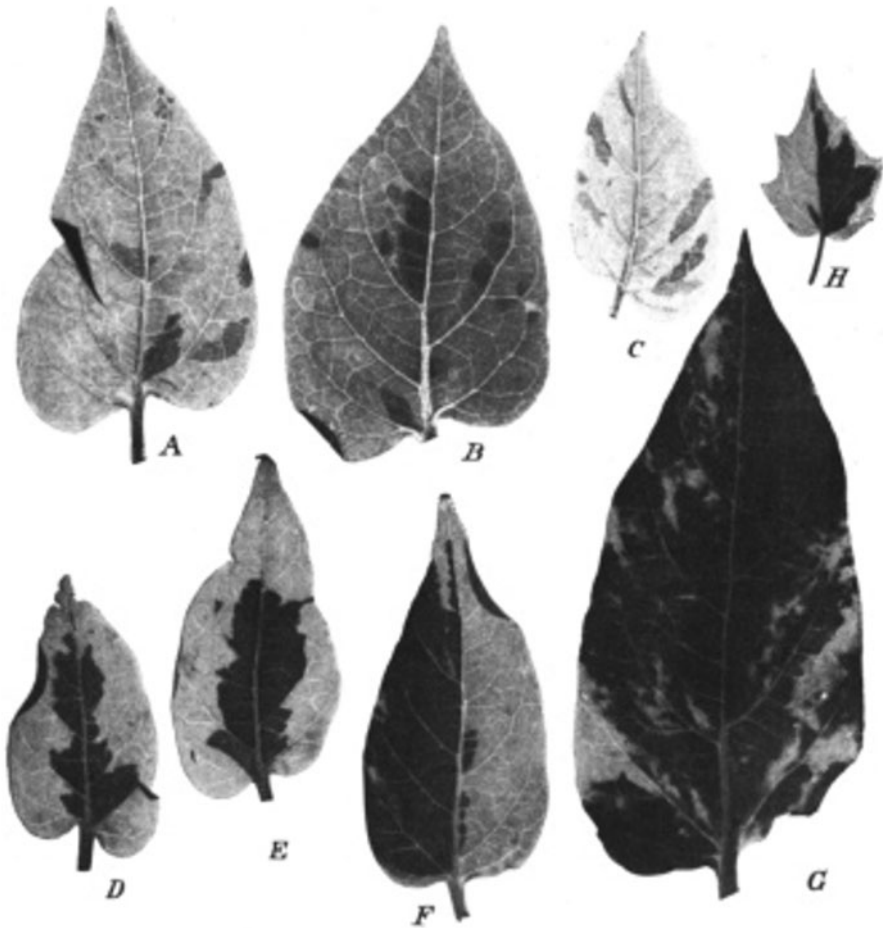


Fig. 2. A, B, C *Mirabilis Jalapa variegata*, D, E, F, G, *M. J. albomaculata*, H *Chenopodium hybridum*; Blätter auf photographischem Papier kopiert. Die Figur gibt hell und dunkel richtig wieder.

werden. Wie die Blätter verhalten sich natürlich auch die Achsen, die (an und für sich blasseren) Hüllkelche und die (bei der f. *typica* hellgrüne) Basis der Perigonröhre, aus der die Fruchthülle (das „Anthokarp“) hervorgeht, die auch, so lang sie noch unreif ist, weißgefleckt oder ganz weiß sein kann.

Die einzelnen Äste derselben Pflanze sind gewöhnlich sehr ungleich stark weißbunt. Hier und da kommen ganz reinweiße Äste vor, die dann wesentlich kleiner als gleichwertige teilweis grüne bleiben, zwar auch blühen, aber ihre Knospen leicht verlieren und schlechter ansetzen; ganz grüne und dann kräftiger entwickelte Äste sind fast stets vorhanden. Beim selben Stock schwankte die Stärke des Weißbuntseins zuweilen vom einen Jahr zum andern sehr stark. — Wieviel Chlorophyll vorhanden ist, bleibt ohne wesentlichen Einfluß auf die Blütenfarbe.

Soweit ich die Deszendenz der ersten weißbunten Pflanze verfolgt habe, ist sie in Tabelle 15 zusammengestellt. Leider ging die Pflanze selbst und ihre Eltern in dem nächstfolgenden Winter zugrunde, ebenso ein Teil der weißbunten Deszendenz, als ich die richtige Überwinterungsweise der *Mirabilis*-Rüben noch nicht herausgefunden hatte.

Man kann aus dem Stammbaum und den dazugehörigen, hier nicht mitgeteilten Aufzeichnungen¹⁾ wohl folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Sämlinge schwanken zwischen vollkommener Chlorophyllosigkeit und normalem Chlorophyllgehalt, sie bleiben erst von einem gewissen relativ ansehnlichen Gehalt an dauernd am Leben.

2. Je stärker weißbunt eine ganze Pflanze oder ein Ast ist, desto mehr reinweiße und weißbunte Nachkommen entstehen; reinweiße Äste geben lauter chlorophyllfreie, nicht lebenskräftige Sämlinge, reingrüne lauter reingrüne.

3. Ein reingrünes Individuum aus der Nachkommenschaft einer weißbunten Pflanze gibt nur mehr reingrüne Sämlinge; weißbunte treten nicht mehr auf²⁾. So habe ich z. B. von 6 reingrünen Pflanzen, die von einem grünen Ast der ersten Pflanze stammten, 177 reingrüne Nachkommen gezogen, von 7 reingrünen in der Nachkommenschaft des weißbunten Astes 144 reingrüne.

Umgekehrt würde ganz gewiß ein reinweißer Sämling, wenn es möglich wäre, ihn zur Blüten- und Fruchtbildung zu bringen, wieder lauter reinweiße Keimpflanzen geben.

¹⁾ Ich habe wiederholt beobachtet, daß in den Töpfen, die die Nachkommenschaft weißbunter Äste oder Pflanzen enthielten, weiße, zugrunde gehende Sämlinge auftraten, aber leider nur in einer Versuchsreihe vergleichbare Zählungen gemacht. Die hellere, fleckige Färbung der Kotyledonen scheint nicht immer sicher spätere Weißbuntheit anzuzeigen. So haben einige Sämlinge, die ich 1905 nach den Kotyledonen im Verdacht hatte, weißbunt zu werden, rein grüne Pflanzen mit reingrüner Deszendenz gegeben.

²⁾ Das gilt natürlich nur für meine bisherigen Versuche. Ich halte nicht für ausgeschlossen, daß einzelne grüne Pflanzen bei sehr großen Aussaaten hier und da einen weißbunten Sämling geben können; von einem auch nur einigermaßen regelmäßigen Abspalten kann jedenfalls keine Rede sein.

Tabelle 15.

1904	1905	1906	1907	1908																																																						
1 weiß- bunt	grüner Ast — 88 gr.	<ul style="list-style-type: none"> 28 gr. 61 gr. 23 gr. 21 gr. 26 gr. 18 gr. 	<ul style="list-style-type: none"> 3 gr. 29 gr. 30 gr. 																																																							
					weißbunter Ast	<ul style="list-style-type: none"> 48 gr. 3 mit Spuren v. weiß 	<ul style="list-style-type: none"> 15 gr. 21 gr. 16 gr. 30 gr. 12 gr. 																																																			
									22 grün	4 wb.	<ul style="list-style-type: none"> 2 gr. 3 wb. 	<ul style="list-style-type: none"> 4 gr. 8 gr. 2 wb. (Keiml.) 	<table border="0"> <tr> <td>Äste:</td> <td>K.</td> <td>E.</td> <td>Äste</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ganz weiß —</td> <td>2 weiß —</td> <td>—</td> <td>stark wb. —</td> <td>6 gr.</td> </tr> <tr> <td>stark wb. —</td> <td>12 gr. 13 gr.</td> <td>13 gr.</td> <td>wb. —</td> <td>1 wb.</td> </tr> <tr> <td>schwach wb. —</td> <td>27 wb. 8 wb.</td> <td>8 wb.</td> <td>wenig wb. —</td> <td>8 gr.</td> </tr> <tr> <td>schr wb. —</td> <td>18 gr. 18 gr.</td> <td>18 gr.</td> <td>grün —</td> <td>8 gr.</td> </tr> <tr> <td>schw. wb. —</td> <td>6 wb. 1 wb.</td> <td>1 wb.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>grün —</td> <td>19 gr. 16 gr.</td> <td>16 gr.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 wb. —</td> <td>—</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>16 gr. 16 gr.</td> <td>16 gr.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Äste:	K.	E.	Äste		ganz weiß —	2 weiß —	—	stark wb. —	6 gr.	stark wb. —	12 gr. 13 gr.	13 gr.	wb. —	1 wb.	schwach wb. —	27 wb. 8 wb.	8 wb.	wenig wb. —	8 gr.	schr wb. —	18 gr. 18 gr.	18 gr.	grün —	8 gr.	schw. wb. —	6 wb. 1 wb.	1 wb.			grün —	19 gr. 16 gr.	16 gr.				1 wb. —	—				16 gr. 16 gr.	16 gr.		
														Äste:	K.	E.	Äste																																									
														ganz weiß —	2 weiß —	—	stark wb. —	6 gr.																																								
														stark wb. —	12 gr. 13 gr.	13 gr.	wb. —	1 wb.																																								
		schwach wb. —	27 wb. 8 wb.	8 wb.					wenig wb. —	8 gr.																																																
		schr wb. —	18 gr. 18 gr.	18 gr.	grün —	8 gr.																																																				
		schw. wb. —	6 wb. 1 wb.	1 wb.																																																						
		grün —	19 gr. 16 gr.	16 gr.																																																						
			1 wb. —	—																																																						
			16 gr. 16 gr.	16 gr.																																																						

gr. = grün
 wb. = weißbunt, bei Keimlingen auch ganz weiß
 K. = Keimlinge
 E. = erwachsene Pflanzen

Durch diese Vererbungserscheinungen steht unsere *Mirabilis Jalapa albomaculata* im Gegensatz zu andern gut beobachteten Fällen von Weißbuntheit. So sah BEYERINCK¹⁾ in der Nachkommenschaft weißbunter Pflanzen des *Melilotus coeruleus* var. *connata* z. B. nur grüne Sämlinge. Ich beobachtete 1906 ein isoliertes Exemplar des *Chenopodium hybridum* mit einem schön weißbunten Ast, der sich im Aussehen ganz wie unsere weißbunte *Mirabilis* verhielt. (In Fig. 2 ist als H ein kleines Blatt davon dargestellt.) Die (sicher durch Selbstbestäubung entstandenen) Früchtchen dieses Astes und solche der übrigen Pflanze wurden getrennt im Freiland ausgesät, es waren aber alle aufwachsenden Nachkommen (mehrere Hundert) grün. Ob einzelne reinweiße, absterbende darunter waren, habe ich leider nicht geprüft (auch hätten sie zum Teil besser ernährt sein können). Dagegen ist vielleicht die weiße *Phaseolus*-Sippe JOHANNSEN's²⁾ im Prinzip mit unserer *albomaculata* identisch, wenigstens gab auch hier der reinweiße Ast 4 nur reinweiße Keimlinge.

Nach dem Mitgeteilten einerseits und den bekannten Beobachtungen BAUR's³⁾ an panaschierten Gewächsen andererseits war es von vornherein ganz unwahrscheinlich, daß sich die Weißbuntblättrigkeit der *Mirabilis Jalapa* durch Pfropfen auf reingrüne Pflanzen übertragen ließe, da sie ja bei einem Teil der Sämlinge wieder auftrat. Da es mir aber nicht unmöglich scheint, daß noch einmal eine zugleich erbliche und infektiöse Blattkrankheit — natürlich von anderer infektiöser Natur als in den von E. BAUR studierten Fällen — gefunden wird, habe ich im verflossenen Sommer Sprosse von fast allen meinen weißbunten Pflanzen zu solchen Pfropfversuchen verwendet, indem ich teils weißbunte Reiser auf die grüne Unterlage, teils reingrüne Reiser auf sehr stark weißbunte Unterlagen setzte. Die Verbindungen gelangen bei genügend vorsichtiger Behandlung fast ausnahmslos (es wurde stets in den Spalt gepfropft), es war jedoch in keinem einzigen Falle eine irgend merkliche Infektion nachzuweisen.

II. Bastardierungsversuche.

Bei den gleich zu besprechenden Versuchen wurde stets der Pollen von Blüten verwendet, die auf ganz weißen Ästen gewachsen waren oder doch

¹⁾ BEYERINCK, *Chlorella vulgaris*, ein bunter Mikrobe. Rec. Trav. Botan. Néerland. Vol. I p. 24.

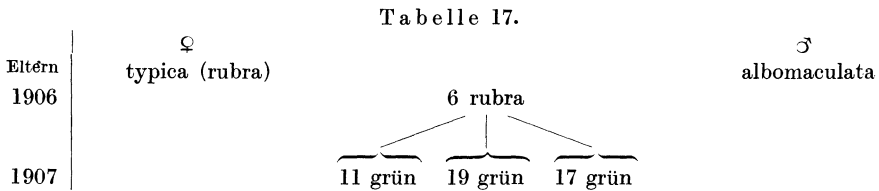
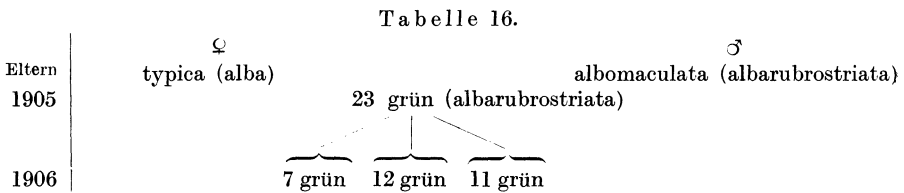
²⁾ Diese Zeitschrift Heft 1 S. 2.

³⁾ BAUR, E., Zur Ätiologie der infektiösen Panaschierung. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXII p. 453 (1904). Über die infektiöse Chlorose der Malvaceen, Sitzungsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wissenschaften, 11. Jan. 1906. Weitere Mitteilungen über die infektiöse Chlorose der Malvaceen und über einige analoge Erscheinungen bei *Ligustrum* und *Laburnum*, Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXIV S. 416 (1906). Über infektiöse Chlorosen bei *Ligustrum*, *Laburnum*, *Fraxinus*, *Sorbus* und *Ptelea*, *ibid.* Bd. XXV S. 410.

einen weißen oder fast ganz weißen Hüllkelch besaßen, so daß man annehmen darf, der Pollen habe stets oder doch fast stets die Disposition gehabt, weiße oder weißbunte Nachkommen zu geben (S. 635, Satz 2). Es wäre nun sehr wünschenswert gewesen, auch Bastarde vergleichen zu können, die auf dem umgekehrten Wege entstanden gewesen wären, also durch Belegen der Narben von Blüten, die auf weißen Ästen gewachsen waren, mit dem Pollen reingrüner Sippen, wo also die Eizellen die Disposition für weiß oder weißbunt gehabt hätten. Solche Bestäubungen habe ich 1907 gemacht, aber etwas zu spät, so daß ich infolge des frühen Frostes vom 23. September keine reifen Früchte erhielt; diesen Sommer habe ich sie mit besserem Erfolg wiederholt. Gerade hier erscheint es nicht ganz ausgeschlossen, daß die zwei Kombinationen $A + B$ und $B + A$ sich verschieden verhalten.

A. *typica* + weißbunt.

Diese Verbindung wurde zweimal gemacht, das Ergebnis ist in Tabelle 16 und 17 mitgeteilt.



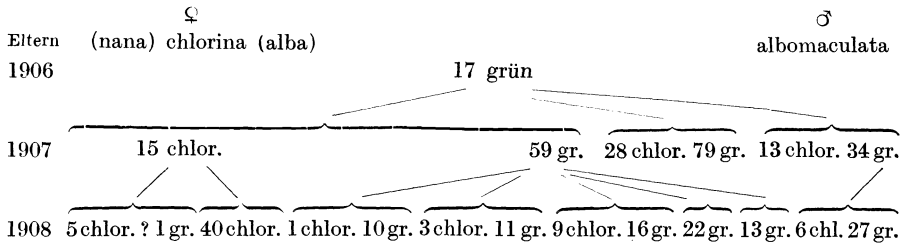
Man sieht, daß

1. der normal grüne Zustand über den weißbunten dominiert, und
2. die Nachkommenschaft nicht spaltet. Daß keine erwachsenen weißbunten Pflanzen beobachtet wurden, zeigen die Tabellen; in den Saattöpfen waren aber auch keine reinweißen, absterbenden Keimlinge aufgegangen.

B. *chlorina* + weißbunt.

Als ich diesen Versuch begann, wußte ich schon aus dem vorhergehenden, daß die weißbunte Disposition von der typisch grünen unterdrückt wird; es schien mir aber möglich, daß sie gegenüber der *chlorina*-Anlage „stärker“ wäre. Tabelle 18 gibt das Resultat:

Tabelle 18.



Der Bastard verhält sich also genau wie der zwischen einer *chlorina* und einer normalgrünen Sippe (mit den Anlagen GvC, S. 622)! Das *albomaculata*-Merkmal ist völlig verschwunden; an seine Stelle ist aber nicht das *chlorina*-Merkmal, sondern das normale Grün getreten, und das Merkmalspaar grün - *chlorina* spaltet nun ganz normal. Jetzt verstehen wir auch das Ergebnis des vorhergehenden, eine konstante Nachkommenschaft gebenden Versuches 16: die Konstanz ist nur scheinbar. Der Bastard spaltet auch, man sieht es nur nicht, weil das *albomaculata*-Merkmal durch typisches Grün ersetzt, und das andere Elter von vornherein typisch grün ist. Ich sehe darin eine Bestätigung für die von mir früher¹⁾ diskutierte Möglichkeit, daß ein Bastard scheinbar nicht spaltet, weil in ihm das Merkmal des einen Elters dem des andern gleich geworden ist.

E. Vergleich der Vererbungserscheinungen der albomaculata-, variegata- und striata-Sippen.

Ein Stock der *Mirabilis Jalapa albomaculata* stellt, wie wir sahen, ein Mosaik farbloser oder gelblicher und mehr oder weniger intensiv grün gefärbter Teile an Stengeln, Blättern, Kelchen, Fruchtpetigonen dar, bald ein sehr grobes: wenn z. B. ganze Äste grün oder weiß sind, bald ein sehr feines: wenn selbst ein junges Fruchtpetigon noch weiß und grün gesprenkelt erscheint. Wenn wir annehmen dürfen, daß die Disposition im Idioplasma der Zellen den äußerlich sichtbaren Unterschieden parallel geht, so kommen wir auch zu einer mosaikartigen Verteilung verschiedenartiger Keimzellen über den Stock: „grüner“, „weißer“ und wohl auch „mehr oder weniger weißer“, und können uns die beobachteten Vererbungserscheinungen bei Selbstbestäubung bis zu einem gewissen Grade verständlich machen. (Von einer solchen Vorstellung ausgehend, suchte bekanntlich schon MORREN²⁾ zu erklären, warum *Ilex*-Sippen mit weißrandigen Blättern lauter chlorophyllfreie Keimlinge, *Ilex*-Sippen mit gescheckten Blättern dagegen bunte

¹⁾ Über Vererbungsgesetze S. 29.

²⁾ MORREN, E., L'Hérédité de la panachure. Bull. Acad. Roy. de Belg. 2^{me} Sér. T. XIX (1865). Daß MORREN's Ansicht nicht allgemein gültig ist, ist bekannt und lehrt auch *Lunaria annua albomarginata*, deren Sämlinge weißbunt, nicht weiß sind.

und grüne Keimlinge geben.) Wenn die Blüten völlig weißer Äste reinweiße Keimlinge, die völlig grüner reingrüne hervorbringen, und deren Nachkommenschaft, soweit sie sich prüfen läßt, völlig konstant ist, so wären eben Keimzellen mit der gleichen Disposition zusammengekommen. Das wird auch zum Teil in den Blüten weißbunter Zweige der Fall sein; kommt dagegen die Disposition für Weiß mit der für reines Grün zusammen, so gäbe es, wie die Bastardierungsversuche wenigstens für die Kombination grün ♀ + weiß ♂¹⁾ lehren, eine grüne Nachkommenschaft, die scheinbar nicht spaltet, weil die Disposition für „weiß“ in der auf weißem Mosaikflecken gebildeten Keimzelle nach der Bastardbefruchtung aufgehoben ist (S. 639). Aber schon die Frage, wie die weißbunten Sämlinge, durch die sich die Sippe erhalten läßt, zustande kommen, muß unentschieden bleiben, ob durch die Vereinigung von Keimzellen mit intermediärer oder unentschiedener Disposition, untereinander oder mit solchen mit weißer usw.¹⁾

Die Frage, wie ein Mosaik der Merkmale überhaupt zustande kommt, will ich hier nicht zu lösen versuchen²⁾, rein entwicklungsmechanisch mag der Prozeß bei *M. J. albomaculata* und *M. J. variegata* z. B. identisch sein, so verschieden sie sich sonst verhalten. Es fragt sich, die Mosaikbildung einmal gegeben, wie in unserm Fall die mosaikähnliche Verteilung der verschiedenartigen Keimzellen zustande kommt, warum sich das Mosaik der vegetativen Merkmale und das der Keimzellen offenbar decken, und warum nach einer Bastardierung die sicher „weißbunte“ Disposition verschwunden und durch die normal grüne ersetzt ist.

Alle hier untersuchten Blattmerkmale — von den *chlorina*- bis zu den *albomaculata*- und *albomarginata*-Sippen — fallen eigentlich unter den Begriff „Krankheit“³⁾: die normale Funktion des Blattes ist durch sie herabgesetzt. Diese „Krankheiten“ müssen ihrem Wesen nach aber völlig verschieden sein, auch wenn sie äußerlich, und vielleicht auch zytologisch und histochemisch, noch so ähnlich wären. Das zeigen gerade die *albomarginata*- und *albomaculata*-Sippen; die eine ist völlig konstant, sie wird im Bastard abgespalten wie irgend eine mendelnde Eigenschaft (S. 646), die andere verhält sich ganz anders. Eine Erklärung kann einstweilen nur von Fall zu Fall gegeben werden.

¹⁾ Versuche, wie sie MOLISCH (Über die Panachüre des Kohls, Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XIX (1901) S. 33) mit weißbuntem Kohl angestellt hat, und bei denen durch Temperatursteigerung eine Zunahme des Grün erzielt wurde, habe ich noch nicht gemacht. Falls sie einen positiven Erfolg hätten, müßten sie besonderes Interesse erwecken, weil bei unserer *Mirabilis* der äußerlich sichtbaren Mosaikbildung eine ungleiche Verteilung ungleichwertiger Keimzellen entspricht, während sich MOLISCH'S *Brassica* wohl wie BEYERINCK'S *Barbarea* verhält und lauter gleichwertige Keimzellen bildet.

²⁾ Vgl. dazu E. PANTANELLI, Über Albinismus im Pflanzenreich. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. XV, S. 3 u. f. des S. A. (1905).

³⁾ PANTANELLI, E., l. c.

Von allen Annahmen die ich mir zur Deutung des *albomaculata*-Merkmales überlegt habe, scheint mir die einer — nicht ansteckenden — Chlorose des Plasmas allein noch am besten zu passen, einer Chlorose, die den Kern unverändert läßt. Die Kerne wären so auf der ganzen Pflanze gleichzeitig und gesund, das Plasma dagegen auch in den Keimzellen, dem Mosaik entsprechend, krank oder gesund. So erklärte sich, daß krank und krank wieder krank (weiß), gesund und gesund wieder (konstant) gesund (grün) gibt; die *albomaculata*-Pflanzen müßten aus Keimzellen hervorgehen, die nur teilweise krankes oder schwächer krankes Plasma enthielten. Vor allem aber würde die Annahme gut erklären, daß sich der Bastard zwischen *variegata* ♀ und *albomaculata* ♂ wie ein Bastard zwischen *variegata* und *typica* verhält, denn bei der Bastardierung tritt ja wohl nur der (gesunde) männliche Kern ins (gesunde) Ei. Schwierigkeiten entstehen aber, wenn, wie es wahrscheinlich ist, *albomaculata* ♀ + *variegata* ♂ oder + *typica* ♂ auch vollkommen gesunde grüne Keimlinge geben, obwohl krankes Plasma und gesunde Kerne zusammenkommen; auch bei der Selbstbefruchtung der Blüten weißbunter Äste wird die Kombination weißbunt ♀ und grün ♂ oft genug vorkommen. Hier muß zunächst das Experiment weiterhelfen.

Dieser Mosaikbildung der *albomaculata*-Sippe steht nun die der gestreiften Blüten der *striata*-Sippen bei *Mirabilis Jalapa* scharf gegenüber. Es ist allbekannt, daß es hier neben einfarbigen auch zahlreiche gestreift blühende Sorten gibt, und daß diese letzteren teilweise oder ganz einfarbige Blüten oder ganze Äste mit solchen Blüten hervorbringen¹⁾. An dieser Änderung nehmen Perigon, Androeceum und Gynaeceum, soweit sie überhaupt gefärbt sind, teil; eine weiß- und rotgestreift blühende *albarubrostriata*-Pflanze bringt also z. B. neben den weiß- und rotgestreiften Blüten solche hervor, die zu $\frac{3}{5}$ oder $\frac{7}{10}$ oder $\frac{9}{10}$ „sektorial“ oder ganz rotgefärbt sind, oder Äste mit lauter roten Blüten (dann sind auch die Zweigachsen viel stärker rot gefärbt); auch fast oder ganz weiße Blüten kommen vor. Ob ein Stock solche ganz abweichende Äste bildet oder nicht, steckt in ihm, der eine zeigt sie jedes Jahr oder fast jedes, der andere nie; einzelne homogen gefärbte Blüten werden natürlich viel häufiger gebildet. — Nach der Selbstbestäubung geben die *striata*-Sippen eine Nachkommenschaft, in der neben der Hauptmasse gestreift blühender Sämlinge auch einige Prozent einfarbige zu sein pflegen. Wie bei den *variegata*-Sippen die reingrünen (S. 619) sind diese einfarbigen Individuen relativ viel zu häufig, und umfangreiche einfarbige Partien an gestreift blühenden Pflanzen viel zu selten, als daß man sie als extreme Fälle von Mosaik-

¹⁾ BRAUN, A., Verjüngung, S. 336, NAUDIN, CH., Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux, Nouvelles Archives du Museum, Tome I, Taf. 2 (1863). Die Pflanze ist dort irrtümlich als *M. Jalapa* + *longiflora* bezeichnet.

bildung ansehen könnte. Ich habe nun schon 1902 gezeigt¹⁾, daß dieser Mosaikfärbung der Blüten durchaus kein Mosaik von Keimzellen mit entsprechender Disposition entspricht. Bestäubt man z. B. eine reinweiße *M. Jalapa (alba)* einerseits mit dem Pollen aus roten Antheren einer *M. J. albarubrostriata*, andererseits mit dem aus nichtroten (gelben) desselben Stockes, so sind die Bastarde alle genau gleich, und zwar weißrot gestreift, nicht die einen rot, die andern weiß. Entsprechende Ergebnisse habe ich seitdem immer und immer wieder mit verschiedenen *striata*-Sippen erhalten, mochte ich die Nachkommenschaft ganzer einfarbiger Äste mit der der gestreiften Äste an derselben Pflanze vergleichen oder mit dem Pollen der beiderlei Äste Bastardierungen ausführen²⁾. — Die Nachkommenschaft der ganzen homogen blühenden Pflanzen, die in den Aussaaten der *striata*-Sippen auftreten, ist dagegen wesentlich verschieden: bald besteht sie aus lauter homogen blühenden, bald aus gestreiften und aus homogen blühenden; dann überwiegen aber die homogen blühenden stark, vielleicht sind es dreimal so viel.

Man sieht also: bei den *striata*-Sippen fällt das Mosaik der sichtbaren Merkmale und das der Keimzellen mit verschiedenen Anlagen nicht zusammen. Das Auftreten der homogen gefärbt blühenden Sämlinge und deren Nachkommenschaft zeigt ja wohl, daß hier auch die Keimzellen hinsichtlich ihrer Anlagen verschieden sind. Um bei unserm konkreten Beispiel zu bleiben, wird man annehmen müssen, daß bei der Keimzellbildung hier und da die latente Anlage für *rubra* (aus der die *albarubrostriata* durch teilweise Unterdrückung der Farbstoffbildung hervorgegangen ist) von der Anlage, die die Weißstreifung bedingt, irgendwie getrennt wird, so daß außer den *albarubrostriata*- auch einige *rubra*-Keimzellen entstehen. Das wäre ein Vorgang, der, an sich verschieden, in der Wirkung einer Mendelspaltung entspräche, aber ganz unabhängig davon, ob die Blüte gestreift oder homogen rot ist, eintreten müßte³⁾. Möglicherweise sind die ganz rot blühenden Sämlinge einfach teils *rubra*-Homozygoten, teils Heterozygoten der Abstammung *albarubrostriata* + *rubra*, und dann müßten die einzelnen *rubra*-Keimzellen auch ungleich dicht über die ganze Pflanze verteilt, aber unabhängig von der Färbung der Blüten entstehen.

1) Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen, l. c. S. 600 und S. 607, G. A. 11, 320 u. 327. Dort ist auch schon hingewiesen, daß das Versuchsergebnis gegen die Annahme erbungleicher Zellteilungen während des vegetativen Lebens spricht.

2) Dies Ergebnis steht im Gegensatz zu dem von DE VRIES an *Antirrhinum majus striatum* gewonnenen: „Der Grad der Erblichkeit ist für die roten Knospenvarianten im wesentlichen derselbe wie für die roten Samenvarianten“ (Mutationstheorie Bd. I S. 503). Auch sonst besteht keine volle Übereinstimmung.

3) Läßt sich das einmal exakter beweisen, so würde ich darin doch keinen Beweis dagegen sehen, daß das typische Spalten bei der Keimzellbildung durch eine Reduktionsteilung erfolgt. Man vergleiche aber die Arbeit JOHANNSENS im 1. Heft dieser Zeitschrift (S. 8).

Betrachten wir nun noch das Verhalten der *variegata*-Sippen, so sehen wir, daß es nicht dem der *albomaculata*-Sippe, sondern dem der eben besprochenen *striata*-Sippen sehr ähnlich ist. Nur scheint hier die Bildung der homogen grünen Nachkommen nicht ganz unabhängig vom Mosaik der vegetativen Merkmale zu sein, weil, wie wir wenigstens in einem Fall sahen, die grünen Äste desselben Stockes mehr reingrüne Sämlinge geben als die gescheckten Äste (S. 619, 620)¹). Darin nähern sich die *variegata*- den *albomaculata*-Pflanzen, so daß wir sie nach ihrem Verhalten zwischen den *striata*- und den *albomaculata*-Typus stellen können. Vielleicht ist das in seinem Wesen ja ganz unbekanntes vegetative Abspalten der Keimzellen mit der grünen Anlage nicht ganz unabhängig von äußeren Einflüssen, wie sie bei den grünen Rückschlagsästen (z. B. durch bessere Ernährung) leicht gegeben sein könnten.

Die von BEYERINCK studierte *Barbarea vulgaris* var. *variegata* und die gleich zu erwähnende *Lunaria annua albomarginata* (*variegata* Hort.) gehe dagegen über den *striata*-Typus noch hinaus, indem beide, trotz ihrer Mosaikbildung an den vegetativen Teilen, eine ganz gleichartige, bunte Nachkommenschaft geben.

Daraus, daß man die verschiedenen untersuchten Mosaikmerkmale in eine Reihe bringen kann: *Mirabilis Jalapa albomaculata* — *M. J. variegata* — *M. J. striata* — *Lunaria annua albomarginata*, kann man natürlich nicht auf genetische Beziehungen schließen; im Gegenteil scheint mir alles dafür zu sprechen, daß z. B. *M. J. albomaculata* grundverschieden von *M. J. variegata* ist.

II. *Urtica pilulifera chlorina*.

Bei Massenaussaaten, die zu anderen Zwecken gemacht wurden, traten seit Jahren in der 2. Generation des Bastardes zwischen der typischen *Urtica pilulifera* und der f. *Dodartii*²) regelmäßig eine Anzahl ganz auffallend hell-(gelb)grüner Keimlinge auf, etwa 1%, unter sich übereinstimmend und von der typisch grünen Form leicht zu unterscheiden, sowohl mit dem *pilulifera*- als dem *Dodartii*-Blattrand. Sie glichen in der Nuance ganz den *chlorina*-Sippen der *Mirabilis Jalapa*; es trat niemals grüne Scheckung oder ein reingrüner Rückschlag auf. Ausgewachsen zeigten die verglichenen Individuen, gewiß nur zufällig, keinen augenfälligen Unterschied in der Größe, unter gleichalten Keimlingen waren jedoch, unter ganz gleichen Bedingungen, die *chlorina*-Exemplare sehr deutlich kleiner (in einem bestimmten Fall waren sie z. B. im Mittel 35 statt 45 mm hoch). Auch hier ist offenbar mit dem *chlorina*-Merkmal ein etwas niedrigerer Wuchs verbunden, wie bei *Mirabilis Jalapa*.

Weder unter den Pflanzen der ersten Generation des Bastardes, noch unter den Eltern waren entsprechend hellgefärbte Individuen bemerkt worden,

¹) Hierin scheint sich also unsere *variegata* der *striatum*-Sippe des *Antirrhinum majus* DE VRIES' zu nähern.

²) Über die Eltern und den Bastard vergleiche man: Vererbungsgesetze p. 17 (1905).

trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, ja sogar sehr wahrscheinlich, daß die *chlorina*-Pflanzen nicht als Mutationen, sondern als Rückschläge von früherer Bastardierung (*typica* + *chlorina*) her auftraten. In der Literatur finde ich sie nicht erwähnt; die bekannte gelbbunte Form der *Urtica dioica*¹⁾ hat gar keine Ähnlichkeit.

Wiederholte Versuche haben mich gelehrt, daß diese *chlorina*-Sippe sich leicht isolieren läßt und sofort völlig konstant ist. Da *Urtica pilulifera*, wie ihre Verwandten, windblütig ist, mußten die zu prüfenden Individuen natürlich sorgfältig isoliert werden, was nicht immer vollständig gelang. Daß sie monözisch ist und zuerst die männlichen und dann erst die weiblichen Infloreszenzen zu entwickeln pflegt, schadet wenig; eine isolierte Pflanze setzt auch ohne Nachhilfe einigermaßen Samen an. 1906 erhielt ich z. B. von einer *pilulifera chlorina* 22 *chlorina*-Keimlinge, von einer *Dodartii chlorina* 39 *chlorina* und 2 grüne, die sicher durch angeflogenen Pollen rein grüner Pflanzen entstanden waren, denn einer hatte den *pilulifera*-Blattrand. 1908 gaben zwei zusammen isolierte *chlorina* 41 und 27 ganz gleichartige Nachkommen.

Das Verhalten des *chlorina*-Merkmales bei der Bastardierung mit typisch grünen Pflanzen geht aus den folgenden Versuchen hervor:

A. Mit zwei *pilulifera chlorina*-Pflanzen wurde eine dunkelgrüne *Dodartii* isoliert und von Zeit zu Zeit kastriert; zuletzt war aber ein Seitenzweig übersehen worden. Bei der Aussaat gab die eine *chlorina* 94 hellgelbgrüne und 3 reingrüne, die andere 220 hellgelbgrüne und 3 reingrüne Keimlinge, die *Dodartii* dagegen 159 sicher dunkelgrüne und 2 fragliche. Die reingrünen Keimlinge in der Nachkommenschaft der *chlorina*-Pflanzen waren sicher Bastarde mit der *Dodartii*, deren Nachkommenschaft aus 148 dunkelgrünen Bastarden mit dem *pilulifera* Blattrand und 9 dunkelgrünen, durch Selbstbestäubung entstandenen *Dodartii*-Keimlingen bestand; 2 starben ab, ehe sie auf ihren Blattrand untersucht werden konnten.

B. Eine andere dunkelgrüne *Dodartii*-Pflanze, die mit einer *pilulifera chlorina* isoliert und besser kastriert worden war, gab bei der Aussaat lauter dunkelgrüne Keimlinge; da aber die *chlorina* hinsichtlich des Blattrandmerkmals eine Heterozygote war, war nur die Hälfte der Keimlinge (97) ohne weiteres (am gesägten Blattrand) als Bastarde zu erkennen, die andere Hälfte (99 Keimlinge) hatte den *Dodartii*-Blattrand.

C. Eine auffällig heller grüne Pflanze, die jedoch unzweifelhaft zur *f. typica* gehörte, gab nach sorgfältiger Isolierung 51 dunkelgrüne, 15 *chlorina*- und 5 völlig chlorophyllfreie Keimlinge²⁾.

¹⁾ z. B. BEYERINCK, M. W., *Chlorella vulgaris*, l. c. p. 22.

²⁾ Diese weißen Keimlinge entfalteten wohl ihre Kotyledonen wie die normalen, aber auf einem ganz kurzen Hypokotyl, blieben dann einige Wochen völlig unverändert und gingen endlich ein. Ähnliches war schon bei früheren Aussaaten hier und da beobachtet worden.

D. E. Einige entschieden dunkelgrüne Pflanzen gaben dagegen, nachdem sie ebenfalls jede für sich gut isoliert worden waren, 240 und 234 typisch grüne Keimlinge.

Aus diesen Ergebnissen kann man schließen, daß das *chlorina*-Merkmal dem typischen Grün gegenüber rezessiv ist, gleichgültig, ob das Pollenkorn oder die Eizelle Träger der *chlorina*-Anlage ist, und daß die zweite Generation des Bastardes typisch spaltet. *Urtica pilulifera chlorina* schließt sich also vollständig an *Mirabilis Jalapa chlorina* an.

III. *Lunaria annua albomarginata*.

Die Sippe geht in den Katalogen der Samenhändler, z. B. von Haage und Schmidt, als *Lunaria biennis* f. *fol. variegatis*, ich nenne sie hier *albomarginata*, denn ihre Blätter sind nicht eigentlich gefleckt, sondern mehr oder weniger breit weiß gerandet, oft nur schmal. Die Versuche, die ich seit 1902 mit ihr angestellt hatte, mußten 1907 aufgegeben werden, als nach dem Winter sämtliche Rosetten aller Sätze erfroren waren. Immerhin läßt das bis dahin ermittelte erkennen, daß sie sich ganz anders verhält als die *albomaculata*-Sippe der *Mirabilis Jalapa*.

Soviel ich fand, kommt die Sippe aus Samen ganz konstant; bei Selbstbestäubung erhielt ich von einem Exemplar 29 Pflanzen, die alle mehr oder weniger, aber stets deutlich weißbunt waren¹⁾; ein reinweißer Keimling war nicht darunter²⁾. Eine Anzahl Blüten desselben Exemplares wurde kastriert und mit dem Pollen eines Exemplares der *L. annua atropurpurea* bestäubt. Diese Sippe hat besonders dunkelgrünes Laub und war, wenigstens in diesem letzteren Merkmal, ebenfalls völlig konstant: 43 durch Selbstbestäubung von dem genannten Exemplar erzeugte Nachkommen waren alle tiefgrün. Außerdem waren auch an diesem Exemplar einige Blüten kastriert und mit dem Pollen der *albomarginata*-Pflanze bestäubt worden. Es war also, außer der Nachkommenschaft der beiden Eltern, der Bastard, in den beiden möglichen Weisen hergestellt, vorhanden. Von der Kombination A: *albomaculata* ♀ + *atropurpurea* ♂ kamen 24 Pflanzen zur Blüte, von der Kombination B: *atropurpurea* ♀ + *albomarginata* ♂ 42; bis auf drei weißrandige, gewiß durch ein Versehen bei der Kastration bedingte Individuen bei A waren alle gleichmäßig grün, wenngleich merklich heller als die *atropurpurea*-Sippe. — Die Kotyledonen der *atropurpurea*-Keimlinge waren merklich kleiner als die der

¹⁾ Nach P. J. S. CRAMER (l. c. p. 119) ist schon in der Rev. Hort. 1896 die völlige Konstanz angegeben; über seine weitere, nach Gard. Chron. 1889, I. p. 629 u. 1896, I, p. 768 gemachte Angabe, im ersten Lebensjahr zeige die Pflanze noch fast keine bunten Blätter, erst im zweiten erreiche das Merkmal seine ganze Entwicklung (l. c. p. 128) vgl. den Text. Mir steht weder die eine noch die andere Quelle zur Verfügung.

²⁾ Der Keimungsausfall war sehr gering (von 77 hatten 73 gekeimt), die Kotyledonen waren bei allen auffällig hellgrün (sie waren nie weiß gerandet, auch wenn die Pflanzen später stark weißbunt wurden).

albomarginata-Keimlinge, die der Bastarde standen den letzteren sehr nahe. Ebenso war schon der Chlorophyllgehalt der Keimlinge sehr merklich verschieden: die *atropurpurea*-Kotyledonen waren tief dunkelgrün, die *albomaculata*-Kotyledonen hellgrün; die Kotyledonen der Bastarde waren intermediär, die der Kombination ♀ *atropurpurea* + *albomaculata* ♂ merklich heller als die der umgekehrten Kombination. Bei den *albomarginata*-Sämlingen wurde dann das erste Laubblattpaar meist sehr stark weißbunt, das zweite schon bisweilen etwas weniger, die Rosetten im Herbst waren nur mehr schwach weißbunt, mit ihrem Austreiben nahm die Buntblättrigkeit wieder zu, und die Infloreszenzen waren oft ganz weiß, so daß wir also für die Weißbuntheit eine Kurve mit zwei Maxima, am Anfang und Ende der Entwicklung, haben.

Von den Bastarden waren verschiedene gesäckt und selbstbestäubt worden, ein Teil der Samen wurde ausgesät, doch kann ich, wegen des eingangs erwähnten Mißgeschickes, nur über die Nachkommenschaft einer Bastardpflanze (*atropurpurea* ♀ + *albomarginata* ♂) genaue Angaben machen, weil nur bei ihr die Keimlinge ausgezählt worden waren, als sie das zweite Laubblattpaar entfaltet hatten: 45 waren reingrün, 21 mehr oder weniger stark, immer deutlich, weißbunt. Wenn die Prozentzahl der weißbrandigen Keimlinge auch etwas zu hoch ausgefallen ist (31%), kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß der Bastard spaltet.

Wir sehen also, daß das Merkmal „weißbrandig“ bei *Lunaria* völlig konstant und dem Merkmal (tief-)grün gegenüber rezessiv ist und typisch abgespalten wird, es verhält sich also ganz wie das *chlorina*-Merkmal von *Mirabilis Jalapa* und *Urtica pilulifera*. Die von BEYERINCK¹⁾ studierte *Barbarea vulgaris* var. *foliis variegatis* ist, was die bei Selbstbefruchtung entstandene Nachkommenschaft betrifft, unserer *Lunaria* ähnlich; das Verhalten bei der Bastardierung erörtert BEYERINCK²⁾ nicht.

Schlußbemerkung.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich versucht, die wichtigeren Tatsachen vergleichend zusammenzustellen; dabei sind auch die Ergebnisse der Versuche mit gestreift blühenden *Mirabilis*-Sippen berücksichtigt, soweit sie zum Vergleiche wertvoll schienen. Die knappe Tabellenform hat dabei einigemal eine bestimmtere Formulierung gefordert als die breitere Darstellung im Text. Auf eine Zusammenstellung der Folgerungen will ich um nicht zu weitläufig zu werden, verzichten, und verweise ihretwegen auf die Arbeit selbst, vor allem auf S. 639 f., wo die Deutung der Vererbungserscheinungen der weißbunten *Mirabilis*-Sippe versucht ist und sie mit denen der anderen Mosaikbildungen verglichen werden.

¹⁾ Ursprünglich war meine Absicht gewesen, Bastarde zwischen der perennierenden *Lunaria rediviva* und der hapaxanthen *L. annua* herzustellen; alle Versuche, bei denen *Lunaria rediviva* sowohl als ♂ als als ♀ diente, schlugen jedoch fehl, ein Ergebnis, das mir bei der nahen Verwandtschaft beider Arten unerwartet kam.

²⁾ *Chlorella vulgaris*, ein bunter Mikrobe, l. c. p. 24.

Tabellarische Übersicht über das Verhalten der untersuchten Merkmale.

Name und Vorkommen	Aussehen	Abänderungen	Nachkommenschaft bei Selbstbestäubung	Verhalten b. d. Bastard, m. typisch. Sippen
				1. Generation 2. Generation
<i>chlorina</i> <i>Mirabilis</i> <i>Jalapa</i> , <i>Urtica</i> <i>pilulifera</i>	Laub hell- (gelb) grün	keine	konstant	rezektiv typisch gespalten; z. T. durch neu auftret. Merkm. (Hypostasie) kompliziert
<i>albomarginata</i> <i>Lanaria</i> <i>annua</i>	Laub weiß- bunt (Blätter mit weißem Rand)	keine?	konstant	rezektiv typisch gespalten
<i>variegata</i> <i>Mirabilis</i> <i>Jalapa</i>	Laub hell- (gelb) grün und normal grün ge- scheckt	ganz grüne Äste	<p>gescheckte Äste: 2. Generation: wie die 1. Gen. lauter reingrüne Säml. oder ($\frac{3}{4}$) grüne und ($\frac{1}{4}$) gescheckte Säml.</p> <p>1. Generation: viel gescheckte Säml. dazu einzeln reingrüne Säml.</p> <p>1. Generation: gescheckte Säml. dazu viel reingrüne Säml.</p> <p>grüne Äste: 2. Generation: ?</p> <p>lauter grüne Säml., vielleicht auch ($\frac{3}{4}$) grüne und ($\frac{1}{4}$) gescheckte Säml.</p>	gegen das typ. Grün rezektiv, geg. <i>chlorina</i> dominierend Merkmale (Hypostasie) kompliziert
<i>albomaculata</i> <i>Mirabilis</i> <i>Jalapa</i>	Laub weiß (od. gelblich) und normalgrün gescheckt	ganz weiß und ganz grüne Äste	<p>gescheckte Äste: 2. Generation: — wie die 1. Gener. lauter grüne Säml.</p> <p>1. Generation: rein weiße Säml. gescheckte Säml. grüne Säml.</p> <p>weiße Äste: 1. Generat. on: reinweiße, ab- sterb. Säml.</p> <p>grüne Äste 1. u. 2. Generat.: reingrüne Säml.</p>	rezektiv (scheinbar) weil das <i>albo-</i> <i>maculata</i> -Merk- mal in reingrün verwandelt wird. (Bastard mit <i>chlorina</i> .)
<i>striata</i> <i>Mirabilis</i> <i>Jalapa</i>	Blüten gestreift	Äste mit homonen gefärbten Blüten	<p>gestreift blühende Äste: 2. Generation: wie die 1. Gener. lauter homogen blüh. Säml. oder ($\frac{3}{4}$) homog. blüh. u. ($\frac{1}{4}$) gestreift blüh. Säml.</p> <p>1. Generation: viel gestreift blüh. Säml. dazu einzeln homog. blüh. Säml.</p> <p>homonen blühende Äste wie die gestreift blühenden Äste</p>	gegen die eine (dunk- lere) Farbe rezektiv gegen die andere (hellere) dominierend

31. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung.

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre Bd. 2, H. 4. S. 331—340.
1909.

Im folgenden möchte ich alte und neue Beobachtungen über die Vererbungsverhältnisse einer buntblättrigen Pflanze zu einer Beantwortung der in der Überschrift angedeuteten Streitfrage benützen.

Vor einigen Jahren ist in meinen *Mirabilis*-Kulturen eine weißbunte Sippe in einem einzigen Exemplar aufgetreten und von mir isoliert worden. Die Stengel und Blätter sind in verschiedenem Grade weiß und grün gefleckt; daneben treten gewöhnlich ganz grüne und, seltener, ganz weiße resp. gelbliche Äste auf¹⁾. Natürlich können auch jene Teile der Blüten, die für gewöhnlich Chlorophyll führen, sehr chlorophyllarm oder ganz chlorophyllfrei werden: der Hüllkelch und die Perigonröhre, besonders auch ihr unterer Teil, der zu einer Hülle um die Frucht wird. Wenn im folgenden der Kürze halber von „grünen“, „weißbunten“ und „weißen“ Blüten gesprochen wird, so bezieht sich das stets auf die An- oder Abwesenheit des Chlorophylls in sonst normalen Blüten, deren Perigon beliebig gefärbt sein kann²⁾.

¹⁾ Die Chromatophoren der „weißen“ Stellen sind meist nicht absolut farblos; die grünen Farbstoffe werden vom Schwinden sehr viel stärker getroffen als die gelben. Die Abstufungen zwischen reinem Grün und dem blassen Grüngelb oder Weiß der bunten Blätter kommen wenigstens nicht für gewöhnlich durch Zellen mit einer geringeren Zahl normalgrüner Chloroplasten oder durch Chloroplasten von geringerer Färbungsintensität zustande, sondern dadurch, daß mehr oder weniger viele von den Zellschichten des Blattes weiß werden. Eine Sektorialchimäre kann unsere Sippe aber nicht sein; die Tatsache, daß in einem sonst weißen Blatt grüne Flecke auftreten können (die rundum von weißem Gewebe umgeben sind), spricht auch, mit anderen Erscheinungen, dagegen, daß das Mosaik in derselben Weise zustande kommt, die BAUR für sein weißbuntes *Pelargonium zonale* wahrscheinlich macht. Vgl. E. BAUR, Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „Varietates albomarginatae Hort.“ von *Pelargonium zonale*, diese Zeitschrift, Bd. 1, Heft 4 (1909).

²⁾ Das erste Exemplar der *albomaculata*-Sippe wurde 1904 gefunden. Seitdem habe ich stets nach weiteren weißbunten gesucht, aber ohne Erfolg, obwohl Tausende von Pflanzen durch meine Hände gingen. Heuer traten auf einmal drei weitere Exemplare auf; zwei in der Deszendenz einer Pflanze, die sicher in keinem genetischen Zusammenhang mit der ersten weißbunten steht, und eine, wo ein solcher, wenn auch sehr weit zurückliegender Zusammenhang möglich ist. Alle drei sind nur schwach weißbunt, weniger als das erste Exemplar.

Die empirischen Gesetze, nach denen diese „*Albomaculata*“-Sippe ihre Charaktere vererbt, habe ich in dieser Zeitschrift vor kurzem angegeben¹). Sie lassen sich dahin zusammenfassen, daß bei Selbstbestäubung in derselben Blüte

1. grüne Äste (und Blüten) eine grüne Nachkommenschaft geben, die fernerhin nur grüne Pflanzen erzeugt,

2. rein weiße Äste (und Blüten) eine rein weiße, nicht lebensfähige Nachkommenschaft hervorbringen,

3. weißbunte Äste (und Blüten) aber eine Nachkommenschaft, die aus dreierlei Pflanzen besteht: aus grünen, die fernerhin konstant sind (= 1), weißen, die als Keimlinge absterben (= 2), und weißbunten, von denen wenigstens ein Teil (die nicht zu stark bunten) am Leben bleibt und die Sippe erhält (= 3).

Dazu konnte ich seinerzeit schon die Ergebnisse einiger Bastardierungsversuche mitteilen. Besonders instruktiv scheinen mir jene zu sein, bei denen die selbstverständlich kastrierten Blüten einer konstanten, bleichgrünen (*chlorina*-) Sippe mit dem Pollen „weißer“ Blüten der buntblättrigen Sippe bestäubt wurden: die Bastarde verhielten sich ausnahmslos und in jeder Hinsicht ganz so, als ob die bleichgrüne Sippe mit dem Pollen einer gewöhnlichen grünen Sippe bestäubt worden wäre. In der ersten Generation waren die Bastarde rein grün; die zweite spaltete in typischer Weise: es gab auf drei reingrüne ein bleichgrünes Exemplar usw. Weißbunt war und blieb verschwunden. Dabei hätten dieselben „weißen“ Blüten, die den Pollen für den Versuch lieferten, bei Selbstbestäubung eine reinweiße Nachkommenschaft gegeben, wie wir oben sahen!

Für alle bis dahin beobachteten Tatsachen schien mir schon damals folgende Erklärung am passendsten:

Alle Keimzellen einer weißbunten Pflanze enthalten Kerne, die völlig normal sind und deshalb die gewöhnliche, grüne Blattfarbe übertragen. Das Plasma der Keimzellen aber ist, entsprechend dem weißbunten Mosaik, das sich über die ganze Pflanze ausdehnt, entweder gesund oder chlorotisch-krank, „weißkrank“, und läßt dementsprechend entweder die Ausbildung normaler Chlorophyllkörper zu oder hemmt sie²).

Wenn nun der männliche generative Kern ohne Plasma in die Eizelle übertritt, ist es leicht verständlich, warum sich z. B. der Bastard zwischen der blaßgrünen und der weißbunten Sippe gerade so verhält, wie wir es oben

¹) Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Bd. 1. Heft 4. p. 313 u. f. (1909), G. A. 30, 613.

²) Es mag hier unentschieden bleiben, ob der Sitz der Krankheit in den Chlorophyllkörpern selbst zu suchen ist, respektive in den Leukoplasten, aus denen jene hervorgehen, oder im Plasma, das sie umgibt. BAUR (l. c. S. 348 u. f.) neigt für sein weißrandiges *Pelargonium* der ersten Ansicht zu; ich halte einstweilen für meine *Mirabilis* die zweite für mindestens ebenso möglich. Diese Frage kommt übrigens für uns jetzt erst in zweiter Linie in Betracht; wir stellen hier einfach den Kern dem übrigen Zelleninhalt gegenüber.

beschrieben. Obschon der generative männliche Kern aus einer „weißen“ Blüte stammte, die bei der Selbstbefruchtung einen weißen Nachkommen gegeben hätte: er selbst war normal, wie wenn er von einer typischen grünen Pflanze hergekommen wäre, und deshalb verhielt sich auch der Bastard ebenso.

Gewissermaßen die Probe aufs Exempel muß der umgekehrte Bastardierungsversuch sein, bei dem die (einzige) Samenanlage einer „weißen“ Blüte der weißbunten Sippe durch den Schlauch eines Pollenkorns von einer typisch grünen Pflanze befruchtet wird. Liefert er das umgekehrte Resultat, sind die so entstandenen Bastarde nicht grün, sondern weiß oder doch weißbunt, so beweist das wohl, daß die Krankheit vom Plasma der Eizelle auf die Nachkommen übertragen wird und damit, daß mit dem männlichen generativen Kern überhaupt kein, oder doch kein für die Vererbung wichtiges Stück Plasma in die Eizelle übertritt — sonst hätten ja die schon beschriebenen Bastarde, bei denen der Vater „weiß“ war, auch weiß oder doch weißbunt, statt reingrün, sein müssen.

Wie diese reziproken Bastardierungen ausfallen, konnte ich seinerzeit noch nicht angeben, da die 1907 ausgeführten Versuche verunglückten¹⁾. 1908 habe ich mehr Glück gehabt und kann nun mitteilen, daß das Resultat durchaus den Erwartungen entsprach: Von 22 Bastarden, die auf diese Weise von ganz (oder fast ganz) „weißen“ Blüten der bunten Pflanzen, bestäubt mit dem Pollen normalgrüner oder variegater (hell- und dunkelgrün gescheckter) Pflanzen, erzeugt worden waren, waren die meisten so chlorophyllarm, daß sie über die Entfaltung der Kotyledonen nicht hinauskamen; nur fünf waren so kräftig, daß es möglich schien, sie am Leben zu erhalten. Es gingen aber doch bald noch zwei ein, und jetzt sind nur noch drei Exemplare, alle stark weißbunt, zwei kräftig, eines schwächlich, am Leben und werden nun auch wohl am Leben bleiben²⁾.

Ich gebe zunächst unter B die Belege dafür und stelle auch unter A die Belege für den ersten, umgekehrten Bastardierungsversuch (S. 649) zusammen, da ich seinerzeit nur einen Teil derselben veröffentlicht habe³⁾.

¹⁾ l. c. S. 318, G. A. 30, 638.

²⁾ Inzwischen haben die zwei stärksten Pflanzen zu blühen begonnen; die Blütenfarbe zeigt, daß es wirklich Bastarde sind. Die Blütenfarbe der Pollenlieferanten war mit Absicht so gewählt worden, daß sich das Gelingen der Bastardierung sofort erkennen lassen mußte.

³⁾ Diese schon einmal veröffentlichten Versuche sind in der Tabelle A mit * bezeichnet. Die geringen Keimprozentage der im Jahr 1905 (und 1906) ausgeführten Bastardierungen unter A müssen auffallen, besonders wenn man sie mit den unter B aufgeführten, umgekehrten vergleicht. Das hat aber mit der Herkunft des Pollens und der Eizellen nichts zu tun, sondern zeigte sich in den betreffenden Jahren bei allen Versuchen und war die Folge besonders früh eintretender Nachfröste, die ein Ausreifen der jüngeren Früchte verhinderten, während der Herbst 1908 ungewöhnlich günstig war. — Dagegen gelingen Bastardierungen, bei denen „weiße“ Eizellen oder Pollenkörner beteiligt sind, wohl stets schlechter als solche zwischen normal „grünen“, bei den in Einzahl vorhandenen Eizellen tritt das sehr deutlich hervor, bei den Pollenkörnern kaum, wohl nur weil stets ein großer Überschuß verwendet wurde.

A. Kombination ♀ grün + ♂ weiß.

Versuche	♀	Jahr	erzielte Früchte	Keimlinge	Laubfarbe
1.*	typica	1904	26	23	grün
2.	„	1905	25	11	„
3.*	„	1906	12	6	„
4.	variegata	1905	9	1	„
5.*	chlorina	1905	48	17	„
6.	„	1906	45	36	„
Zusammen			165	94	grün

B. Kombination ♀ weiß + ♂ grün.

Versuche	♀	♂	Bestäubte Blüten	Erzielte Früchte	Keimlinge	Davon	
						am 20. Mai	am 10. Juli
1.	Nr. 1932, „weiße“ Blüten	typica	5	2	2	beide hellgelbgrün, sterben ab	—
2.	Nr. 1933, „weiße“ Blüten	typica	8	1	1	blaßgelbgrün, stirbt ab	—
3.	Nr. 1935, „weiße“ (u. fast „weiße“) Blüten an stark gescheckten Ästen	typica	33	10	9	{ 6 sind blaßgelbgrün und sterben ab, 3 verschieden stark weißbunt	{ eine Pflanze kräftig, eine schwach, die dritte eingegangen
4.	Nr. 1935, „weiße“ (u. fast „weiße“) Blüten an stark gescheckten Ästen	variegata	19	7	7	{ 2 fast weiße sind schon abgestorben, 3 blaßgelbgrüne werden bald eingehen, 2 stark weißbunte sind am Leben	{ die eine Pflanze steht gut, die andere sehr stark weißbunte geht ein
5.	Nr. 1936 „weiße“ Blüten	typica	4	—	—	—	—
6.	Nr. 1937, „weiße“ Blüten	typica	10	3	3	{ 1 beinahe weißer schon fast abgestorben 2 blaßgrüngelbe sterben ab	—
7.	Nr. 2161, „weiße“ Blüten	typica	4	—	—	—	—
Zusammen			83	23	22	{ 17 sind sehr chlorophyllarm und sterben ab, 5 sind stark weißbunt, leben aber noch	{ 2 weißbunte Pflanzen kräftig, 1 schwach, 2 werden noch eingehen.

Bei der Erzeugung der einen kräftigen Pflanze war der Pollen der hell- und dunkelgrünescheckten („*variegata*“-) Sippe¹⁾ verwendet worden (Versuch 4); sie ist typisch dunkelgrün und weiß gescheckt²⁾. Dunkelgrün-weißbunt dominiert also geradeso über hell- und dunkelgrün gescheckt, wie typisch dunkelgrün es tut.

Nehmen wir an, wie wir oben taten, daß 1. die Kerne der Keimzellen der weißbunten Pflanzen stets die „gesunde“ Anlage für typisches Grün enthalten und übertragen³⁾, 2. das Plasma der Keimzellen bald krank, bald gesund sein kann, je nach dem weißgrünen Mosaik, 3. die Eizelle einen Kern und Plasma, der Pollenschlauch einen generativen Kern ohne Plasma liefert, so lassen sich die schon früher empirisch gefundenen, auf S. 649 zusammengestellten und die heuer festgestellten Gesetzmäßigkeiten für die Vererbung der *f. albomaculata* der *Mirabilis Jalapa* glatt erklären.

A. Grüne Pflanzen entstehen:

- a) wenn das Plasma in beiderlei Keimzellen gesund ist: bei der Selbstbefruchtung innerhalb „grünen“ Blüten (Fall I),
- b) wenn das Plasma der Eizelle gesund, das des Pollenkorns weißkrank ist (Fall II):
 - α) als einer der möglichen Fälle bei der Selbstbefruchtung innerhalb „weißbunten“ Blüten,
 - β) bei der Befruchtung „grüner“ Blüten (der weißbunten Sippe oder einer typisch grünen Sippe) mit dem Pollen „weißer“ Blüten.

B. Weiße Pflanzen entstehen:

- a) wenn das Plasma in beiderlei Keimzellen weißkrank ist: bei der Selbstbefruchtung innerhalb „weißen“ Blüten (Fall IV),
- b) wenn das Plasma der Eizelle weißkrank, das des Pollenkornes gesund ist (Fall III):
 - α) als einer der möglichen Fälle bei der Selbstbefruchtung innerhalb „weißbunten“ Blüten,
 - β) bei der Befruchtung „weißer“ Blüten mit dem Pollen ganz „grüner“ Blüten (der weißbunten Sippe oder einer typisch grünen Sippe).

¹⁾ Vgl. die frühere Arbeit S. 296, G. A. 30, 618.

²⁾ In ihrer Nachkommenschaft werden aber wohl weißbunte *variegata* (und weißbunte *chlorina*) auftreten, falls diese Kombination zweier verschiedener Krankheitszustände überhaupt lebensfähig ist.

³⁾ Daß der Kern der Eizelle einer weißen Blüte normal und nicht, entsprechend seinem Plasma, weißkrank ist, ist einstweilen ein Analogieschluß aus dem Verhalten von Kern und Plasma der Pollenkörner in derselben Blüte, wird sich aber wohl aus der zweiten Generation der Bastarde weiß ♂ + hellgrün ♂ (*chlorina* oder *variegata*) beweisen lassen.

- C. Weißbunte Pflanzen können offenbar nur dann entstehen, wenn die Eizelle selbst schon vor der Befruchtung *teilweis* weißkrank war¹⁾. Die Herkunft des Pollenkorns ist gleichgültig; tritt doch nur der generative Kern über, der sich in dem uns hier interessierenden Punkt stets gleich verhält, mag das Plasma des Korns weißkrank, gesund, oder teils gesund, teils krank sein: er überträgt seine „normale“ (grüne) Anlage.

Hinsichtlich der Entstehung der weißbunten Pflanzen ist gewiß von Bedeutung, daß bei den Versuchen, wo Blüten weißbunter Pflanzen mit dem Pollen typisch grüner bestäubt wurden (Versuche B, S. 650), die paar allein am Leben bleibenden, weißbunten Bastarde dann entstanden, als nicht Blüten vollkommen weißer Äste, sondern ausgesucht weiße Blüten mehr oder weniger gescheckter Äste für den Versuch verwendet worden waren: dadurch war die Chance gegeben, daß nicht ganz weißkranke, sondern nur teilweise weißkranke Eizellen befruchtet wurden²⁾.

Fig. 1 mag, soweit nötig, das eben Ausgeführte ganz schematisch verdeutlichen. Für die Entstehung der weißbunten Pflanzen (Fall V) wurde der Einfachheit halber nur eine Möglichkeit: Herkunft des Pollenkorns von einer typisch grünen Pflanze (oder von einer grünen Blüte einer weißbunten) zur Darstellung gewählt.

Die oben gegebene Erklärung des Verhaltens meiner *Mirabilis Jalapa albomaculata* baut sich auf einigen Annahmen auf, von denen wohl nur eine: daß von der männlichen generativen Zelle allein der Kern in die Eizelle übertritt, angefochten werden kann. Ist diese Annahme richtig, so ist damit die noch strittige Frage, ob der Kern allein oder der Kern und das Plasma bei der Vererbung eine Rolle spielt, wenigstens in einem Falle zugunsten der ersten Alternative entschieden. Denn darüber, daß der Anteil an wieder weiter vererbbaaren, normalen Eigenschaften von Vater und Mutter gleich groß ist, herrscht kaum Zweifel. Die erste Annahme hat heute wohl schon mehr Anhänger, sie wird aber immer wieder angefochten. Man wird entschuldigen, wenn ich hier in dieser kurzen Mitteilung auf die umfangreiche Literatur nicht eingehe. Bei den Phanerogamen, zu denen ja *Mirabilis* gehört, spricht schon das zytologische Bild dafür, daß bei der Befruchtung nur der Kern der männlichen generativen Zelle übertritt, wie in neuester Zeit

¹⁾ Im bunten Blatt habe ich bis jetzt freilich keine Übergänge zwischen typisch grünen und typisch weißkranken Zellen gefunden, doch habe ich nur Schnitte durch frisches Material und diese nicht sehr eingehend untersucht.

²⁾ Speziell kann „weißbunt“ nicht dadurch entstehen, daß eine vor der Befruchtung „grüne“ Eizelle vom Pollenschlauch aus irgendwie infiziert wird, sonst hätte doch eine der 94 Pflanzen der Versuchsserie A (S. 651) wenigstens etwas weißbunt ausfallen müssen. Es liegt gar kein Grund vor, anzunehmen, daß das Plasma der Pollenkörner in weißen Blüten nicht wie das der Eizellen weißkrank sei.

STRASBURGER wieder betont hat. Wenn sich nun die Befunde bei *Mirabilis* durch dieselbe Annahme leicht erklären lassen, während die übrigen Erklärungsversuche, die ich überlegte, viel komplizierter sind oder versagten, so wird man in ihnen eine experimentelle Stütze dieser Annahme sehen dürfen.

Beweisend scheinen mir vorzüglich drei Tatsachen, die aber zusammengekommen werden müssen:

1. daß die beiden reziproken Verbindungen $A \text{♀} + B \text{♂}$ und $B \text{♀} + A \text{♂}$ in einem bestimmten Punkte (weißkrank oder typisch grün) verschieden

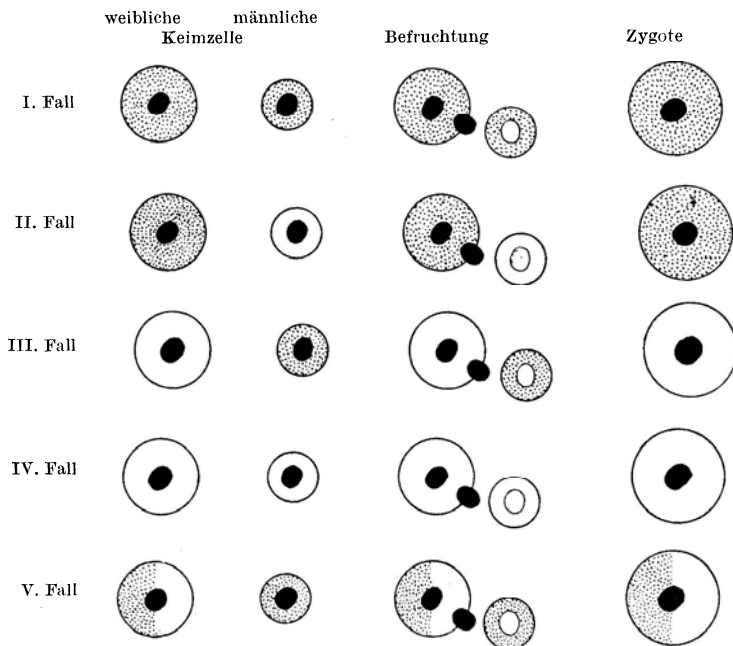


Fig. 1. *Mirabilis Jalapa albomaculata*. Schemata für die Entstehung der verschiedenartigen Nachkommenschaft bei Selbstbefruchtung und Bastardierung. Die (sich stets gleich verhaltenden) Kerne sind schwarz, das gesunde Plasma (das die Leukoplasten zu normalgrünen Chlorophyllkörpern werden läßt) punktiert, das weißkranke weiß gelassen. I. und II. Fall: Entstehung der rein grünen Nachkommen (Aa und Ab, α , β), III. und IV. Fall: Entstehung der rein „weißen“ Nachkommen (Ba und Bb, α , β), V. Fall: Eine der Entstehungsweisen weißunter Nachkommen (C).

ausfallen und jedesmal der Mutter entsprechen, während sie sich sonst gleichen,

2. daß es sich dabei um eine Krankheit handelt, und

3. daß die männlichen¹⁾ Keimzellen der weißen Blüten eine Eigenschaft übertragen (typisches Grün), die nicht dem Zustande ihres Plasmas (weißkrank) entspricht.

¹⁾ Und wahrscheinlich auch die weiblichen! vgl. S. 652, Anm. 3.

Wie ich schon bemerkt habe (S. 650), beweisen genau genommen die Versuche eigentlich nur, daß der männliche generative Kern nicht von so viel Plasma aus dem Pollenschlauch begleitet wird, daß es sich irgendwie geltend machen kann. Beachtet man aber, wie abgestuft die weißbunten Pflanzen auftreten: von ganz weißen zu fast ganz grünen, und bedenkt man, daß diese Unterschiede gewiß schon im Verhältnis von krankem und gesundem Plasma in der Eizelle bestimmt sind, so wird man zur Überzeugung kommen, daß der übertretende Plasmateil in Wirklichkeit Null ist. Eine von den 94 Bastarden der Versuchsserie A (S. 651) hätte doch etwas weißbunt ausfallen können, wenn mit dem Kern der „weißen“ generativen Zelle auch nur etwas weißkrankes Plasma in das „grüne“ Plasma der Eizelle eingedrungen wäre.

Man wird mir vielleicht noch einwenden, meine Versuche lieferten gerade umgekehrt den Beweis dafür, daß Kern und Plasma für das Aussehen der Nachkommenschaft verantwortlich seien, denn dieses richte sich hier nach der Mutter, die, auf jeden Fall, mindestens viel mehr Plasma liefere als der Vater. Das ist gewiß richtig. Sieht man aber zu, welche Eigenschaften durch das Plasma überliefert werden, so ist es nur eine bestimmte, ein unzweifelhaft krankhafter Zustand der Chromatophoren, während der Kern (der männlichen generativen Zelle) alle übrigen Eigenschaften, und darunter den normalen Zustand derselben Chromatophoren, überträgt. Rechnet man die direkte Übertragung eines Zustandes zur Vererbung, so muß man auch dem Eiplasma seinen Anteil daran geben. Man muß dann aber auch bei der Nachwirkung guter Ernährung der Elternpflanze auf den Wuchs der Nachkommenschaft und schließlich auch bei der direkten Übertragung von bakteriellen Krankheiten (z. B. von Tuberkulose) von „Vererbung“ sprechen. Eine gewisse Übereinstimmung gerade zwischen diesen Fällen und dem von uns ermittelten Verhalten der *Mirabilis Jalapa albomarginata* muß in die Augen fallen, der Unterschied liegt darin, daß dort außer der Eizelle auch das Spermatozoon, wenngleich seltener, der Träger des Bazillus sein kann, während hier nur die Eizelle, nicht auch die männliche Keimzelle, Träger der — in ihrem Wesen noch unbekannt — Krankheit, der Weißbuntheit, ist. Scheidet man solche Fälle aus, wie man es jetzt wohl allgemein tut, so spricht das Beobachtete dafür, daß für die eigentliche Vererbung der Kern allein verantwortlich ist. Denn daß bei der *Mirabilis Jalapa albomaculata* der Kern der männlichen Keimzelle allein und nicht auch ihr Plasma wirksam ist, und daß er eine andere Eigenschaft überträgt, als sein Plasma besitzt, dies wird man auf jeden Fall zugeben müssen.

Ich muß mir auch versagen, meine *albomaculata*-Sippe mit der von BAUR sorgfältig studierten, merkwürdigen *albomarginata*-Sippe des *Pelar-*

gonium zonale eingehender zu vergleichen. Ich will nur daran erinnern, daß BAUR umgekehrt offenbar sehr geneigt ist, anzunehmen, daß mit dem generativen männlichen Kern auch Chromatophoren, also auch Plasma, in die Eizelle übertreten¹⁾. Wie BAUR selbst hervorhebt, ist diese Annahme nicht die einzig mögliche, und weitere Studien werden hier und bei der *Mirabilis Jalapa albomaculata* noch mehr Aufschluß bringen. Ich kann nicht glauben, daß sich die zwei Objekte in diesem Punkt so prinzipiell verschieden verhalten sollten. Daß im Pollenschlauch Leukoplasten vorhanden sind, ist ja so gut wie sicher, und wird durch die jüngste Veröffentlichung B. LIDFORSS²⁾ glänzend bestätigt, der ergrünende Pollenschläuche entdeckte. Sie werden wohl auch mit dem Plasma des Pollenschlauches in die Synergide und aus dieser in das Plasma des Embryosackes gelangen. Auch dieser Nachweis würde aber ihren Übertritt ins Plasma der Eizelle kaum viel wahrscheinlicher machen; beweisend kann nur die direkte Beobachtung desselben sein.

¹⁾ loc. p. 350.

²⁾ Untersuchungen über die Reizbewegungen der Pollenschläuche. Zeitschr. f. Botanik, Bd. 1, Heft 7, S. 458 (1909), Anm.

32. Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden *Mirabilis*-Sippen.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 28, H. 8, S. 418—434. 1910.

(Eingegangen am 23. Oktober 1910.)

Seit Jahren verfolge ich bei *Mirabilis Jalapa* die Erblichkeitsverhältnisse der buntlaubigen und der gestreiftblühenden Sippen, und ich habe auch schon in einer 1909 erschienenen Mitteilung¹⁾ über einige einschlägige Beobachtungen berichtet. Was ich dort zum Teil noch nicht mit voller Bestimmtheit aussprechen konnte, hat sich inzwischen als richtig herausgestellt, und die Fortsetzung der Versuche scheint eine einheitliche Erklärung der zunächst unvereinbar scheinenden Resultate möglich zu machen. An dieser Stelle soll das Verhalten nur an den einfachsten Fällen kurz erläutert werden. Hinsichtlich der Zahlenbelege, der komplizierteren Fälle (die vor allem das *striata*-Merkmal bieten kann) und der eingehenderen Diskussion der Ergebnisse verweise ich auf eine zweite Abhandlung, die bald nachfolgen soll, und in der auch die wenige einschlägige Literatur Berücksichtigung finden wird.²⁾

Die beiden Merkmale, das *striata*-Merkmal der gestreiften Blüten und das *variegata*-Merkmal der gescheckten Blätter, unterscheiden sich hinsichtlich der Vererbung nur in einigen wenigen, wie mir jetzt scheint, nicht sehr wesentlichen Punkten; in letzter Linie verhalten sie sich wohl gleich. Ich will hier aber doch beide getrennt vornehmen und beginne mit dem *variegata*-Merkmal, das den Schlüssel zum Verständnis des ganzen Verhaltens geliefert hat.

I. Das *variegata*-Merkmal.

Außer den Sippen mit normalem Chlorophyllgehalt, deren Laub mehr oder weniger dunkelgrün ist, den *typica*-Sippen, und den völlig konstanten Sippen mit stark herabgesetztem Chlorophyllgehalt, deren Laub hell(gelb)grün ist, den *chlorina*-Sippen³⁾, gibt es noch Sippen, bei denen die grünen

¹⁾ Vererbungsversuche mit blaß (gelb) grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre, Bd. 1. 1909. S. 291 u. f., G. A. 30, 613.

²⁾ Aus neuester Zeit vor allem: C. FRUWIRTH, Spaltungen bei Folgen von Bastardierung und von spontaner Variabilität. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie, 1909, S. 433 u. f.

³⁾ l. c. S. 293 G. A. 30, 614.

Teile, vor allem die Blätter, auf hell(gelb)grünem (*chlorina*-)Grunde dunkler grüne Flecke zeigen. Das sind die *variegata*-Sippen¹⁾. Die Zahl, Größe und Intensität der tiefer grünen Flecken kann sehr verschieden sein; oft sind sie nur in Spuren vorhanden, oft sind sie sehr zahlreich und groß. Ja es kann ein kleinerer oder größerer Ast, oder, bei überwinterten, älteren Knollen. ein ganzer Sproß gleichmäßig tiefgrün sein. Die Neigung zu solchen Bildungen ist auch bei Geschwisterpflanzen verschieden; ist sie aber einmal vorhanden, so zeigen sich diese grünen Sprosse beim selben Individuum gewöhnlich Jahr für Jahr. Stärker gefleckte Stöcke zeigen sie häufiger als schwach gefleckte; sie können aber auch bei ganz schwach gefleckten auftreten.

Betrachten wir nun die Nachkommenschaft einer solchen *variegata*-Pflanze (P_1), die außer den gescheckten Ästen einen tiefgrünen (*typica*-)Ast gebildet hat. Vorausgesetzt ist dabei, daß stets Selbstbefruchtung innerhalb derselben Blüte stattgefunden hat, und die Nachkommenschaft der einzelnen Äste getrennt aufgezogen wird²⁾.

1. Die *variegata*-Äste geben als F_1 überwiegend *variegata*-Pflanzen, die wieder zum Teil ganz grüne Äste tragen können. Außerdem treten einige Prozente rein grüner Pflanzen auf. Diese Prozentzahl ist für die einzelnen Individuen (P_1) verschieden, hier und da sehr gering (ob auch = 0?); inwieweit sie erblich ist, soll noch geprüft werden.

2. Der grüne Ast gibt als F_1 ganz grüne Pflanzen und *variegata*-Pflanzen, und zwar im Verhältnis 3 : 1 (drei (stark) grüne auf eine *variegata*). Die *variegatae* bilden zum Teil wieder ganz grüne Äste.

3. Die *variegata*-Pflanzen der nächsten Generation (F_1) verhalten sich genau wie die Stammpflanze (P_1), sie geben (als F_2) *variegata*-Pflanzen und einige Prozente ganz grüner Pflanzen. Dabei ist es gleichgültig, ob sie von den *variegata*-Ästen (1) oder von einem grünen Ast (2) abstammen. Und entsprechend verhalten sich offenbar auch alle *variegata*-Pflanzen, die in den folgenden Generationen (F_3 , F_4 usw.) auftreten.

4. Die ganz grünen Pflanzen (aus F_1) verhalten sich ebenfalls gleich, ob sie nun von *variegata*-Ästen (1) oder von ganz grünen Ästen (2) abstammen; dagegen bilden sie (unabhängig also von ihrer Herkunft), zwei Klassen:

Die eine Klasse (A) gibt als folgende Generation (F_2) nur tiefgrüne Pflanzen, und deren Nachkommen sind wieder alle tiefgrün.

Die andere Klasse (B) gibt ganz grüne Pflanzen und *variegata*-Pflanzen im Verhältnis 3 : 1 (drei ganz grüne auf eine *variegata*).

Die Zahl der Individuen in der Klasse A verhält sich zur Zahl der Individuen in der Klasse B bei der Nachkommenschaft der ganz grünen

¹⁾ l. c. S. 296, G. A. 30, 618.

²⁾ Eine *variegata*-Pflanze ohne grünen Ast verhält sich wie die *variegata*-Äste einer Pflanze mit einem solchen Ast, verlangt also keine besondere Besprechung.

Äste (2) wie 1 : 2 (ein A auf zwei B). Wie das Verhältnis bei den einzelnen grünen Pflanzen in der Nachkommenschaft der *variegata*-Äste (1) ist, kann ich noch nicht genau angeben; vielleicht ist B nicht doppelt sondern mehrmals größer als A. Jedenfalls kommen beide Klassen vor.

Die ganz grünen Pflanzen, die in der nächsten Generation (F_2) und in den folgenden Generationen (F_3 , F_4 usw.) neu (aus *variegata*) auftreten, verhalten sich sicher in der gleichen Weise, ein Teil gibt lauter grüne, ein Teil grüne und *variegata*-Pflanzen im Verhältnis 3 : 1.

Auch die grünen Äste, die sich in der zweiten (F_1) und den folgenden Generationen an den *variegata*-Pflanzen hier und da zeigen, verhalten sich sicher wie die der ersten Generation (P_1).

Der nachstehende schematische Stammbaum mag das in den vorstehenden Sätzen geschilderte Verhalten noch in Zusammenhang bringen und es so deutlicher machen.

Es mag noch besonders betont werden:

1. daß die Nachkommenschaft der ganz grünen Äste und der nicht konstanten ganz grünen Pflanzen zu $\frac{1}{4}$ aus *variegata*- und nicht aus *chlorina*-Pflanzen besteht,
2. daß diese *variegata*-Pflanzen wieder grüne Äste hervorbringen können, die sich ganz wie die der vorhergehenden Generation verhalten, und
3. daß ihre gescheckten Äste auch wieder eine Anzahl ganz grüner Pflanzen geben.

Es kommen also für den Stammbaum der Nachkommenschaft einer *variegata*-Pflanze drei Arten von Pflanzen in Betracht: *variegatae*, konstante grüne und spaltende grüne, also grüne Homozygoten und grüne Heterozygoten, deren einer Paarling *typica*, deren anderer Paarling *variegata* ist.

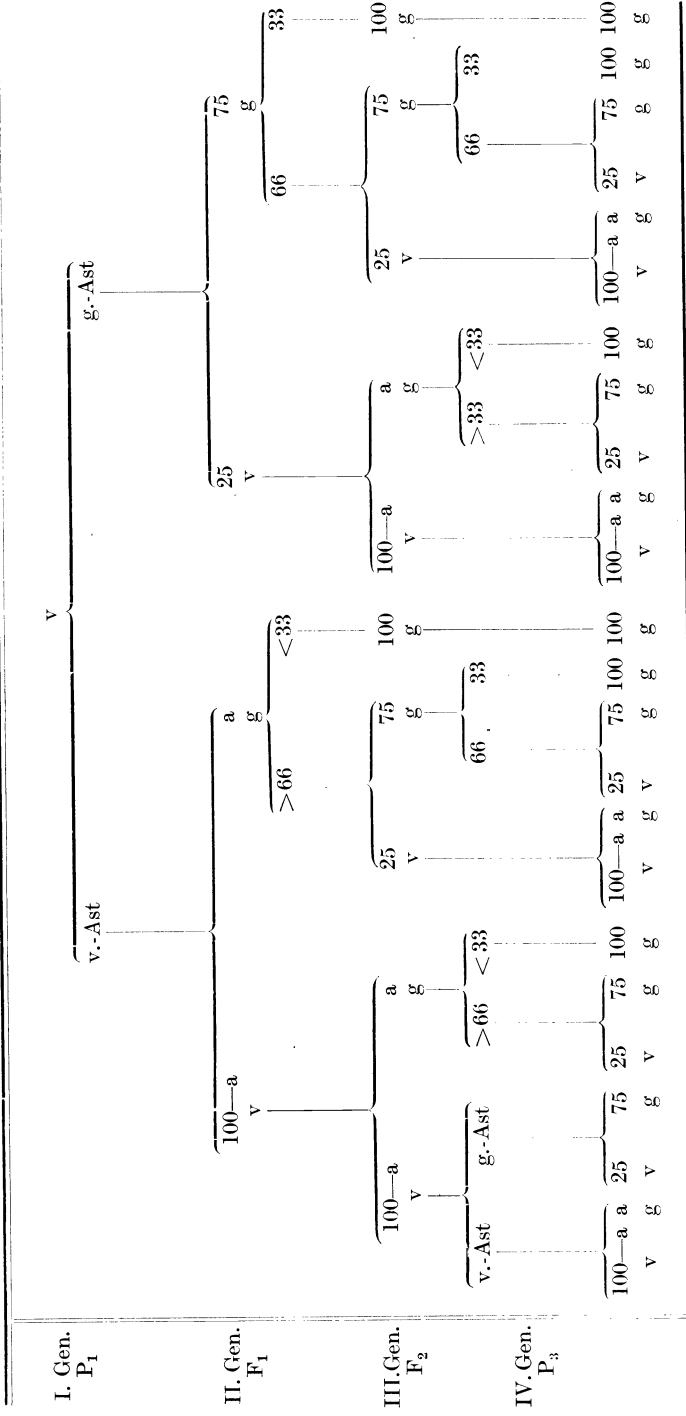
Wir gehen bei der Erklärung von der Nachkommenschaft eines ganz grünen Astes an einer *variegata*-Pflanze aus. Sein Verhalten läßt sich einfach dahin präzisieren:

Der grüne Ast verhält sich genau so, als ob er gar nicht zur *variegata* gehörte, sondern zu dem Bastard *variegata* + *typica*, bei dem, wie ich früher gezeigt habe, *typica* über *variegata* dominiert, der also rein grün ist, und der regelrecht spaltet¹⁾. Die Hälfte der Keimzellen, die auf dem grünen Ast gebildet werden, enthält nicht mehr die Anlage für *variegata* sondern nur die für grün; 25 pCt. der Nachkommen des Astes sind genau ebenso reine (oder unreine) *variegata*, wie die entsprechenden Nachkommen

¹⁾ l. c. S. 303, G. A. 30, 624. Ich habe auch in dieser Abhandlung der Einfachheit halber in der alten Weise von Merkmalspaaren und Anlagenpaaren gesprochen; es läßt sich aber auch alles mit der „Presence-and-Absence“-Hypothese in Übereinstimmung bringen.

Schema I.

Stammbaum der Nachkommenschaft einer *Mirabilis Jalapa variegata* mit einem grünen Ast bei Selbstbefruchtung. v = *variegata*, g = grün; die Zahlen sind Prozentzahlen (das Zeichen pCt. ist weggelassen), a ist eine unbestimmte Zahl (0 bis 10 und mehr), > bedeutet größer, < kleiner als die dahinterstehende Zahl.



Die Nachkommenschaft eines grünen Astes ist zweimal, in der I. und der III. Generation, berücksichtigt, sonst sind unter v (= *variegata*) gescheckte Äste als Samenlieferanten angenommen.

der *variegata*-Äste es bei strengster Selbstbestäubung sind; 25 pCt. sind rein grüne Homozygoten und 50 pCt. rein grüne Heterozygoten (von etwas hellerem Grün), die weiter spalten. Ein Stück der *variegata* (der grüne Ast) ist aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand übergegangen.

Daß der grüne Ast an einer *variegata*-Pflanze in der Tat dem Bastard zwischen der *variegata*-Sippe und der grünen (*typica*-)Sippe völlig entspricht, läßt sich noch dadurch zeigen, daß man mit dem Pollen der auf ihm gebildeten Blüten die kastrierten Blüten eines Exemplares der *chlorina*-Sippe bestäubt. Man erhält dann gleich viel *variegata*-Pflanzen (dem Bastard *chlorina* + *variegata* entsprechend) und grüne (*typica*-)Pflanzen (dem Bastard *chlorina* + *typica* entsprechend), je 50 pCt. Es ist das genau das gleiche Ergebnis, das man bei Befruchtung der *chlorina* mit dem Bastard *variegata* + *typica* erwarten muß.

Von dem Verhalten der ganzen grünen Äste aus läßt sich dann auch das eigentümliche Verhalten der *variegata*-Äste (und der *variegata*-Pflanzen ohne grüne Äste) verstehen: das Auftreten einzelner ganz grüner Pflanzen und das zwifache Verhalten derselben, als Homo- und Heterozygoten. Man braucht bloß anzunehmen, das, was beim ganzen grünen Ast im großen vor sich geht, geschehe bei den *variegata*-Ästen oder -Pflanzen im kleinen: In einzelnen Blüten, oder in einzelnen Teilen des Androeceum oder Gynaeceum, vielleicht in einzelnen Pollenfächern oder gar nur in einzelnen Pollenmutterzellen verwandelt sich das homozygotische *variegata*-Gewebe in heterozygotisches *variegata* + *typica*-Gewebe. Bei der Keimzellbildung tritt dann in derselben Weise wie beim Bastard Spaltung ein in *variegata*- und *typica*-Keimzellen, und als Folge davon gibt es an den *variegata*-Ästen also Blüten, in denen die Hälfte der Keimzellen oder weniger oder ganz einzelne Keimzellen nur mehr die grüne *typica*-Anlage tragen. Nach der Selbstbefruchtung solcher Blüten müssen so *variegata*-Pflanzen auftreten und grüne Heterozygoten und Homozygoten. Die einen entstehen, wenn eine „grüne“ Keimzelle mit einer „*variegata*“-Keimzelle zusammenkommt, wobei diese *variegata*-Keimzelle gewöhnlichen Ursprungs oder, wie die grüne, aus heterozygotischem Gewebe entstanden sein kann; die anderen entstehen, wenn sich zwei „grüne“ Keimzellen vereinigen. Günstigenfalls sind die Chancen, daß ein bestimmter Nachkomme überhaupt grün ist (jede Blüte gibt nur einen Samen), $\frac{3}{4}$, je kleiner der verwandelte Gewebekomplex ist, desto kleiner werden auch, wie man leicht einsehen wird, die Chancen für grün. Und sind günstigenfalls die Heterozygoten in doppelter Zahl vorhanden als die grünen Homozygoten, so muß, je kleiner der verwandelte Gewebekomplex ist, das Verhältnis immer mehr zuungunsten der grünen Homozygoten verschoben werden, und die Heterozygoten müssen immer mehr überwiegen.

Man wird hier experimentell noch etwas tiefer dringen und die minimale Größe der verwandelten Komplexe wenigstens näherungsweise feststellen können, indem man möglichst viel kastrierte Blüten eines Exemplares der Sippe *chlorina* (mit rein hell[gelb]grüner Belaubung) möglichst sparsam mit tunlichst allen Pollenkörnern einzelner *variegata*-Blüten oder -Antheren bestäubt¹⁾. — Die Tatsache, daß verschiedene *variegata*-Pflanzen und verschiedene *variegata*-Äste derselben Pflanze verschiedene Prozentzahlen an grünen Nachkommen geben können, spricht dafür, daß sehr verschieden zahlreiche oder sehr verschieden große heterozygotische Gewebekomplexe vorkommen; der ganze grüne Ast ist nur das eine Extrem.

Unserer Annahme nach sind in der Nachkommenschaft eines gescheckt-blättrigen *variegata*-Astes, der auch einige grüne Pflanzen hervorgebracht hat, dreierlei der Herkunft nach verschiedene *variegatae* zu erwarten. Einmal solche, die aus unverändertem (homozygotischem) Gewebe hervorgegangen sind, dann solche, die aus heterozygotisch gewordenem Gewebe entstanden sind, und endlich solche, die durch Vereinigung zweier Keimzellen verschiedener Herkunft zustande gekommen sind (von denen die eine aus homozygotisch gebliebenem, die andere aus heterozygotisch gewordenem Gewebe stammt). Diese dreierlei *variegatae* lassen sich, einstweilen wenigstens, weder äußerlich noch an ihrem erblichen Verhalten unterscheiden. Darum läßt es sich, einstweilen wenigstens, auch nicht streng experimentell beweisen, daß die grünen Nachkommen der *variegata*-Äste wirklich in der angegebenen Weise und nicht durch eine willkürliche Abspaltung einzelner „grüner“ Keimzellen entstehen, wie ich es früher²⁾ angenommen hatte, als ich das Verhalten der ganz grünen Äste noch nicht genügend kannte. Doch scheint es mir nicht unmöglich, daß cytologische Argumente gefunden werden, und jedenfalls spricht es sehr für die Annahme, daß sie zwei auf den ersten Blick so verschiedene Erscheinungen, wie die Vererbung der grünen und der gescheckten Äste einer *variegata*-Pflanze, unter ein Prinzip bringt.

II. Das *striata*-Merkmal.

Vergleichen wir nun mit dem Verhalten der *variegata*-Sippen das der *striata*-Sippen.

Hier ist die Blütenhülle (das Perigon) in zwei oder mehr Farben gestreift. Auf die verschiedenen Typen der Streifung will ich hier noch nicht eingehen, dagegen müssen wir die innere Beschaffenheit der gestreiften Pflanze schon jetzt berücksichtigen. Sie kann eine Homozygote oder eine Heterozygote sein. Im letzteren Falle ist sie wieder entweder ein Bastard

¹⁾ Drei Pollenkörner genügen im allgemeinen für eine Blüte, wie ich früher einmal gezeigt habe.

²⁾ l. c. S. 299 u. 323, G. A. 30, 620 u. 642.

zwischen einer *striata* und einer homogen blühenden Sippe (wobei diese letztere natürlich nicht dominieren darf), oder sie ist ein Bastard zwischen zwei ungestreiften Sippen, wobei die Streifung als „Kreuzungsnovum“ aufgetreten ist. (Einen solchen Fall habe ich schon 1902 für den Bastard *Mirabilis Jalapa alba* + *gilva* beschrieben, der rosa und rot gestreift blüht.) Der erste, einfachste Fall, daß die zu untersuchende *striata*-Pflanze homozygotisch ist, soll uns zunächst beschäftigen. Ist sie heterozygotisch, so ist das Verhalten zwar im Prinzip gleich, aber durch die Kombination des *striata*-Merkmals mit anderen Merkmalen kann alles sehr kompliziert werden.

A. Homozygotische *striata*-Pflanzen.

Hiervon habe ich eine blaßgelb (*gilva*) und rosa (*rosea*) gestreifte Sippe, die ich *gilvaroseostriata* nennen will, am längsten und genauesten studiert; auf sie wollen wir uns beschränken. Was ich sonst bei homozygotischen *striata*-Sippen beobachtet habe, liegt im Rahmen dieser Ergebnisse.

Die Menge von hellgelb und rosa in der Streifung schwankt an derselben Pflanze innert weiter Grenzen und ist auch von Individuum zu Individuum verschieden. Es liegen hier wohl sicher erbliche (Linien-)Unterschiede vor, die aber wegen der schon erwähnten Schwankungen am selben Individuum schwer zu untersuchen sind und uns nicht beschäftigen können. Daneben treten einzelne einfarbige Blüten oder ganze kleinere oder größere Äste auf, deren Blüten entweder alle die recessive (negative) Farbe: *gilva* oder die dominierende (positive): *rosea* zeigen. Die *rosea* Äste sind viel leichter zu studieren. Während man nämlich bei den *gilva*-Ästen eigentlich nie sicher ist, ob nicht doch einzelne Blüten noch mit rosa Spuren, wenigstens mit einzelnen rosa Punkten oder Strichelchen, gefunden werden könnten, sind die *rosea*-Äste von den gestreiftblühenden fast immer sehr leicht zu unterscheiden; rosa Blüten, die punkt- oder strichweise die *gilva*-Farbe zeigen, sind jedenfalls äußerst selten. Ich habe deshalb einstweilen in erster Linie neben den gestreiftblühenden Ästen die Äste mit der dominierenden rosa Farbe berücksichtigt.

a) Die dominierende Farbe.

Die Versuche haben nun für solche *gilvaroseostriata*-Pflanzen mit *rosea*-Ästen (P_1) folgendes Verhalten als Norm ergeben (wieder strenge Selbstbestäubung und getrennte Aufzucht der Nachkommenschaft vorausgesetzt):

1. Die *striata*-Äste geben (als F_1) überwiegend *striata*-Pflanzen, die zum Teil wieder rein rosa blühende Äste hervorbringen, außerdem einige rein rosa blühende Pflanzen, je nach der *striata*-Pflanze (P_1) mehr oder weniger.

2. Die *rosea*-Äste geben (als F_1) eine Nachkommenschaft, die ebenfalls aus *striata*- und *rosea*-Pflanzen besteht. Auch das Zahlenverhältnis ist oft annähernd das gleiche wie bei den *striata*-Ästen. Zuweilen kommen aber

doch relativ mehr *rosea*-Pflanzen vor, gelegentlich entschieden mehr als bei der Nachkommenschaft der *striata*-Äste desselben Individuums.

3. Die in der einen (1) oder andern (2) Weise entstandenen *striata*-Pflanzen (F_1) verhalten sich wieder genau wie die Pflanze (P_1), von der sie abstammen, geben also (als F_2) neben *striata*-Nachkommen wieder eine Anzahl rein rosa blühender Nachkommen; und die folgenden Generationen verhalten sich ebenso.

4. Die *rosea*-Pflanzen (F_1) verhalten sich ebenfalls ganz gleich, ob sie von *striata*-Ästen (1) oder *rosea*-Ästen (2) abstammen; sie sind in beiden Fällen von zweierlei Natur:

Ein Teil gibt wieder lauter rosa blühende Pflanzen als Nachkommen (F_2), und die folgenden Generationen verhalten sich dann sicher gleich.

Ein anderer Teil dagegen gibt *gilvaroseostriata*- und *rosea*-Pflanzen (F_1), und zwar durchschnittlich im Verhältnis 1 : 3 (auf eine gestreifte drei einfarbig rosa blühende)¹). Von den rosa blühenden erweist sich nach der folgenden Generation (F_2) ungefähr ein Drittel konstant, während zwei Drittel wieder auf eine gestreifte Pflanze drei rosa blühende geben, also typisch spalten.

Das Zahlenverhältnis der beiden Klassen rosa blühender Pflanzen kann ich noch nicht genauer angeben, einstweilen sind mehr Heterozygoten als Homozygoten beobachtet werden.

Das nachfolgende Schema (II) mag das Verhalten der Nachkommenschaft einer *gilvaroseostriata*-Pflanze mit *rosea*-Ast übersichtlich darstellen.

Auch hier mag noch einiges besonders betont werden.

1. Die Nachkommenschaft der rosa blühenden, heterozygotischen Pflanzen besteht zu $\frac{1}{4}$ aus *gilvaroseostriata* und nicht aus *gilva*. (Einzelne *gilva*-Individuen kommen wohl wie in der Nachkommenschaft der *striata*-Pflanzen vor, und ganz selten gibt eine rosa blühende Heterozygote auch 25 pCt. *gilva* statt *gilvaroseostriata*. Vgl. S. 429—30.)

2. Diese *gilvaroseostriata*-Pflanzen können wieder *rosea*-Äste bilden und

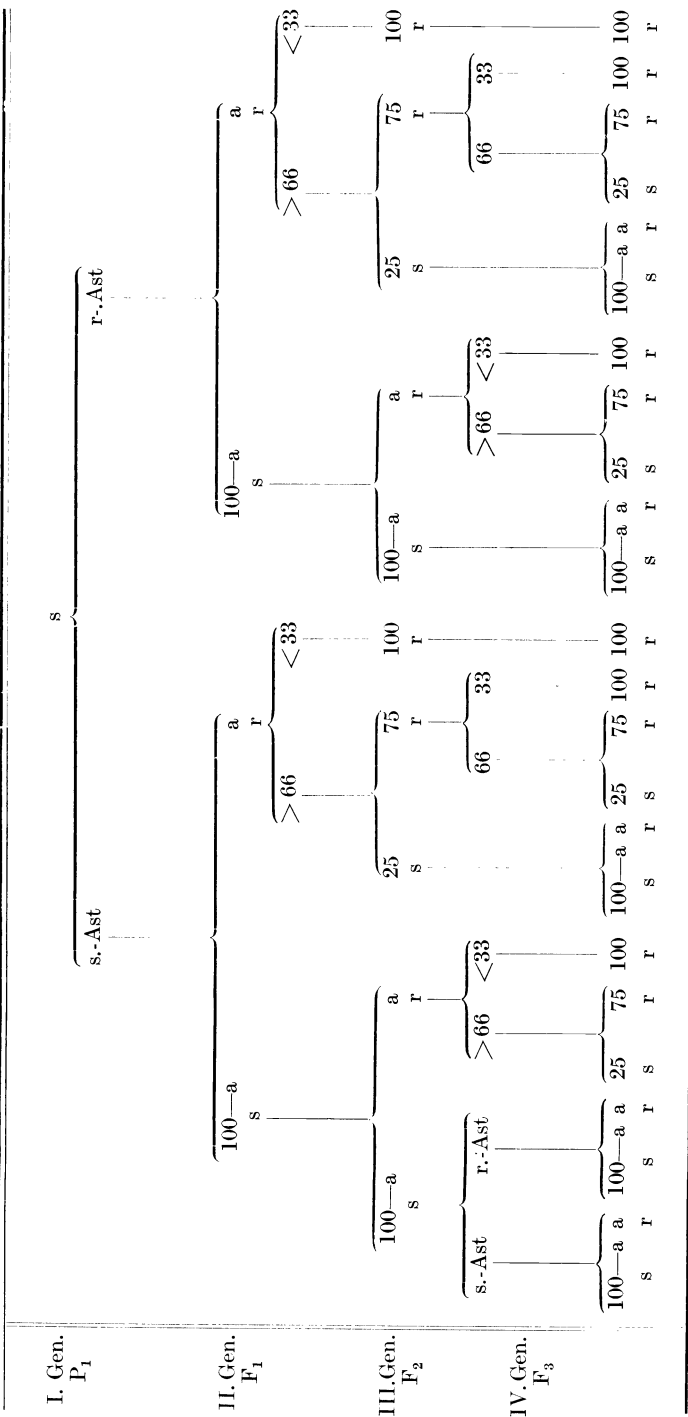
3. in ihrer Nachkommenschaft wieder rosa blühende Pflanzen hervorbringen.

Es kommen also auch für den Stammbaum der Nachkommenschaft einer *striata*-Pflanze hinsichtlich der dominierenden Farbe drei Arten von Pflanzen in Betracht: *striatae*, einfarbige konstante mit der dominierenden Farbe und einfarbige spaltende mit dieser Farbe, also Homozygoten und Heterozygoten, deren einer Paarling die dominierende Farbe führt, deren anderer Paarling *striata* ist.

¹) Es kommen starke Abweichungen vor; die Prozentzahlen schwanken etwa zwischen 10 und 40, doch liegt der Durchschnittswert etwa bei 25, und die einzelnen Versuche umfaßten gewöhnlich nur etwa 30 Individuen.

Schema II.

Stammbaum der Nachkommenschaft einer *Mirabilis Jalapa striata* (*gibbaroseostriata*) mit einem rosa blühenden Ast, bei Selbstbefruchtung. (Gewöhnliches Verhalten.) s = *striata*, r = *rosea*; die Zahlen sind Prozentzahlen (das Zeichen pCt. ist weggelassen), a ist eine unbestimmte Zahl (0 bis 10 und mehr), > bedeutet größer, < bedeutet kleiner als die dahinterstehende Zahl.



Die Nachkommenschaft eines rosa Astes ist zweimal, in der I. und der III. Generation, berücksichtigt, sonst sind unter s nur geschlechte Äste als Samenlieferanten angenommen.

Vergleicht man das eben geschilderte typische Verhalten des *striata*-Merkmales mit dem früher beschriebenen des *variegata*-Merkmales, so tritt vor allem ein auffallender Unterschied hervor: die einfarbig blühenden Äste verhalten sich ungefähr wie die gestreift blühenden, sie geben nicht mehr, oder nicht viel mehr Prozente rosa blühender Nachkommen als diese.

Damit stimmt auch das Verhalten der Nachkommenschaft, wenn man den Pollen a) der gestreift blühenden und b) der homogen blühenden Äste einer *striata*-Pflanze für eine Bastardierung benützt, wenn man z. B. mit dem Pollen der gestreiften und der *rosea*-Äste einer *gilvaroseostriata* die kastrierten Blüten einer Pflanze der Sippe *gilva* (mit homogener, blaßgelber Blütenfarbe) bestäubt. Man erhält in beiden Fällen, a und b, unter einer Menge gestreift blühender Bastarde etwa gleich viel homogen blühende mit der dominierenden Farbe, in unserem Beispiel also beide Male unter vielen *gilvaroseostriata*-Pflanzen eine Anzahl *rosea*.

Das oben geschilderte Verhalten der *rosea*-Äste an den *gilvaroseostriata*-Pflanzen ist, wie schon bemerkt, das typische. Es ist für die Erklärung aber wichtig, daß ausnahmsweise (an bestimmten *striata*-Pflanzen) einfarbig rosa blühende Äste gebildet werden, die sich den ganz grünen Ästen der *variegata*-Pflanzen analog verhalten, bei strengster Selbstbestäubung also 25 pCt. *gilvaroseostriata*, 50 pCt. *rosea*-Heterozygoten und 25 pCt. *rosea*-Homozygoten geben, während andere, ebenfalls rosa blühende, äußerlich ununterscheidbare Äste desselben Individuums nur einzelne rosa blühende Pflanzen hervorbringen, gelegentlich (innert der Versuchsgrenzen) nicht eine, wie die gescheckt blühenden Äste.

Das Verhalten der *striata*-Sippen erklärt sich gewiß in gleicher Weise wie das der *variegata*-Sippen, dadurch, daß hie und da, früher oder später, vor der Keimzellbildung, ein größerer oder kleinerer Gewebekomplex aus dem homozygotischen in den heterozygotischen Zustand übergeht, aus *gilvaroseostriata* zum Bastard *gilvaroseostriata* + *rosea* wird. Dann tritt auch hier bei der Keimzellbildung die Spaltung in 50 pCt. *gilvaroseostriata*-Keimzellen und 50 pCt. *rosea*-Keimzellen ein, und es entstehen bei Selbstbefruchtung *gilvaroseostriata*- und *rosea*-Homozygoten und *rosea*-Heterozygoten. Nur sind es bei den *striata*-Sippen offenbar gewöhnlich kleine Gewebekomplexe, die sich so verhalten; größere Komplexe, wie es bei den *variegata*-Sippen die grünen Äste sind, werden nur ganz ausnahmsweise umgewandelt. Zwischen diesem Ausnahmefall (daß der ganze Ast heterozygotisch ist) und dem häufigeren Verhalten (daß die rosa blühenden Äste qualitativ und quantitativ die gleiche Nachkommenschaft geben wie die *gilvaroseostriata*-Äste)

vermitteln wohl jene Fälle (S. 664), wo relativ mehr *rosea*-Pflanzen (aber keine 75 pCt.) gebildet werden: Hier sind größere Gewebekomplexe, oder mehr als gewöhnlich, in den heterozygotischen Zustand übergegangen, aber doch keine ganzen Sprosse. Das Aussehen des Astes ist also hier nicht, wie bei den *variegata*-Sippen, ein sicherer Hinweis auf das Verhalten seiner Nachkommenschaft.

b) Die recessive Farbe.

Die Äste und Nachkommen, die in der recessiven Farbe blühen, in unserem speziellen Falle also als *gilva*, sind, wie schon erwähnt, noch lange nicht eingehend genug studiert. Wenn ich aber das, was ich bei *gilvaroseostriata* und bei verschiedenen anderen homozygotischen *striata*-Sippen gesehen habe, zusammenfasse, glaube ich behaupten zu dürfen, daß sich die Vererbung bei solchen Ästen und Nachkommen im Prinzip ganz so verhält, wie bei den Ästen und Nachkommen mit dem dominierenden Merkmal, mit den Änderungen, die sich aus dem recessiven Verhalten des Merkmals notwendig ergeben. So bringen die *gilva*-Äste (wenigstens in den bisher beobachteten Fällen) etwa so viel *gilvaroseostriata*- und *gilva*-Nachkommen hervor, als die *striata*-Äste desselben Stockes; *gilva*-Pflanzen sind, wenn sie auftreten, konstant. Dagegen stellen sich einzelne *gilvaroseostriata*-Pflanzen ein, die als nächste Generation 75 pCt. *gilvaroseostriata* und 25 pCt. *gilva* zu geben scheinen. Das läßt sich alles so erklären, daß Teile der *striata*-Pflanze ebenfalls aus dem homozygotischen in den heterozygotischen Zustand übergehen. In unserem Falle entsteht aber ein dem Bastard *gilva* + *gilvaroseostriata* entsprechendes Gewebe, und bei der Keimzellbildung tritt Spaltung in 50 pCt. *gilvaroseostriata*-Keimzellen und 50 pCt. *gilva*-Keimzellen ein.

Der Übergang in den heterozygotischen Zustand kann wohl auf derselben Pflanze in beiden Richtungen, in *gilva* + *gilvaroseostriata* und in *gilvaroseostriata* + *rosea*, eintreten, ja sogar in derselben Blüte. So erkläre ich mir das Vorkommen einzelner *rosea*-Heterozygoten, die 25 pCt. *gilva* statt *gilvaroseostriata* geben¹).

B. Heterozygotische *striata*-Pflanzen.

Das Verhalten der heterozygotischen *striata*-Pflanzen ist, wie schon erwähnt, im Prinzip dem der homozygotischen Pflanzen gleich, nur komplizierter durch die Kombination des *striata*-Merkmals mit anderen mendelnden Eigenschaften. Wir wählen als einfaches Beispiel den Bastard zwischen der Sippe *alba* (und zwar einer ohne den Faktor, der die Modifikation von gelb in rot bedingt) und der Sippe *albaflavostriata* (die sich als Homozygote wie *gilvaroseostriata* verhält). Der Bastard (F_1) ist auf weißem Grund gelb gestreift, genau wie die *albaflavostriata* selbst. Bei Selbstbefruchtung besteht die Nachkommenschaft (F_2) aus etwa 25 pCt. *alba*, etwa 75 —a pCt. *albaflavastriata*, und a pCt. *flava*.²)

¹) Ich habe hier alles die recessive Farbe betreffende der Einfachheit halber auf die Sippe *gilvaroseostriata* bezogen, um beim selben Beispiel bleiben zu können, auch wenn die eine oder andere Beobachtung bei einer anderen homozygotischen *striata*-Sippe gemacht worden ist.

²) Es können natürlich auch schon in der ersten Generation des Bastardes (F_1) homogen (in unserem Falle gelb) blühende Pflanzen auftreten, die dann stets Heterozygoten sind. Wie sie zustande kommen, brauche ich hier wohl nicht mehr zu erklären.

Werden diese *flava*-Pflanzen (der zweiten Generation des Bastardes) der Selbstbestäubung überlassen, und ihre Nachkommenschaft für jede getrennt aufgezogen (F_3), so zeigt es sich, daß (mindestens) viererlei Klassen unterschieden werden müssen:

Klasse 1: *flava* F_2 , die als F_3 nur *flava* gibt.

Klasse 2: *flava* F_2 , die als F_3 75 pCt. *flava* und 25 pCt. *alba* gibt.

Klasse 3: *flava* F_2 , die als F_3 75 pCt. *flava* und 25 pCt. *albaflavostriata* gibt.

Klasse 4: *flava* F_2 , die als F_3 75 pCt. *flava*, 18,75 pCt. *albaflavostriata* und 6,25 pCt. *alba* gibt.

Die Deutung scheint mir nicht schwer zu sein, wenn wir ihr die schon mitgeteilten Erfahrungen zugrunde legen. Bei der Keimzellbildung des Bastardes *alba* + *albaflavostriata* tritt allgemein eine Spaltung in Keimzellen mit der Anlage *alba* und in solche mit der Anlage *albaflavostriata* ein, wie bei einer gewöhnlichen Monohybride. Nach ihr allein würde die zweite Generation (F_2) aus 25 pCt. *alba* und 75 pCt. *albaflavostriata* (Homo- und Heterozygoten) bestehen. Vorher waren aber schon hier und da in der Pflanze (wie bei der reinen Sippe *albaflavostriata*) größere oder kleinere Gewebekomplexe außerdem auch noch hinsichtlich des *albaflavostriata*-Merkmals heterozygot geworden (während die auch sonst vorhandene heterozygote Beschaffenheit hinsichtlich *alba* und *albaflavostriata* fortbestand). Diese Komplexe verhalten sich nun bei der Keimzellbildung wie die einer Dihybride, deren eines Merkmalspaar:

(*albaflavostriata*-)Streifung (A) — keine Streifung (a),

und deren anderes Merkmalspaar:

Farbe (*flava*, B) — keine Farbe (*alba*, b)

ist, und die viererlei Keimzellen (A B, A b, a B, a b) hervorbringt. Bei Selbstbefruchtung muß dann eine Anzahl der möglichen Kombinationen *flava*-Pflanzen geben, und zwar von verschiedener Art. Einige sind konstant und geben als F_3 nur *flava* (wenn sie auch zum Teil die Streifungsanlage „hypostatisch“ enthalten, zum Teil nicht): Klasse 1. Andere sind nur hinsichtlich der Streifung (in a) konstant; sie geben (als F_3) 25 pCt. *alba* und 75 pCt. *flava*: Klasse 2. Wieder andere sind nur hinsichtlich der Farbe (in b) konstant, sie geben (als F_3) 25 pCt. *albaflavostriata* und 75 pCt. *flava*: Klasse 3. Endlich sind welche weder in Streifung noch Farbe konstant, sie geben (als F_3) 6,25 pCt. *alba*, 18,75 pCt. *albaflavostriata* und 75 pCt. *flava*: Klasse 4.

Andere heterozygotische *Striatae* bieten viel kompliziertere Verhältnisse, z. B. der Bastard *alba* + *gilva*, auf den ich hier nicht eingehen will.

Allgemeines.

Das Charakteristische an der Vererbung des *variegata*- und *striata*-Merkmals bei *Mirabilis Jalapa* liegt also darin, daß Teile der Pflanze aus einem konstanten, homozygotischen in einen heterozygotischen Zu-

stand übergehen, mit allen daraus folgenden Konsequenzen. So tritt bei der Keimzellbildung Spaltung ein, und bei der Selbstbefruchtung innerhalb dieser Teile stellen sich alle Kombinationen im selben Verhältnis und in der gleichen Reinheit ein wie bei dem entsprechenden, sexuell erzeugten, mendelnden Bastard. Streng bewiesen ist das für die grünen Äste der *variegata*-Pflanzen und einzelne homogen blühende Äste von *striata*-Pflanzen; es spricht aber alles dafür, daß dies nur die extremen Fälle eines durchgehend gleichen Verhaltens sind¹⁾.

Der erste Schritt zu einer Erklärung wäre nun relativ einfach, wenn wir die *variegata*- und *striata*-Sippen als im allgemeinen konstante Bastarde zwischen zwei homogenen Sippen (einer mit der rezessiven und einer mit der dominierenden Farbe) auffassen dürften, mit wechselnder, zur Mosaikbildung führender Dominanz. Wenn, um gleich ein bestimmtes Beispiel zu nehmen, *variegata*- eine besondere Art Bastard zwischen den Sippen *typica* und *chlorina* wäre²⁾. Dann könnte man sich vorstellen, daß hier und da der heterozygotische Zustand eintreten würde. Die Annahme ist aber schon deshalb unhaltbar, weil sie zur Konsequenz hätte, daß aus diesem heterozygotischen Zustand eine Nachkommenschaft hervorginge, die zu 25 pCt. aus *chlorina*- statt aus *variegata*-Exemplaren bestünde. Im heterozygotischen Zustand entspricht die *variegata* eben nicht *chlorina* + *typica* sondern *variegata* + *typica*.

Von außen, wie bei einer Bastardierung, kann die Anlage für grün nicht auf einmal in die Pflanze hineingekommen sein; die Tatsachen fordern vielmehr (wenn wir überhaupt mit der Vorstellung von bestimmten Genen (Anlagen) für die einzelnen Merkmale rechnen wollen) die Annahme, daß neben dem Gen oder vielleicht den Genen, die die Scheckung bedingen, Gene für die homogenen Farben stecken, in unserm obigen Falle das Gen für homogenes Grün. Das Grün kann nicht bloß „hypostatisch“ oder sonst wie in einer der von SHULL³⁾ unterschiedenen Arten latent sein, es muß für gewöhnlich im alten, echten Sinne des Wortes „latent“, wirklich nicht entfaltungsfähig, sein. Sonst müßte es sich verraten: typisch grün dominiert ja über *variegata*.

Dieses für gewöhnlich nicht entfaltungsfähige Gen für typisches Grün kann nun unter bestimmten, noch unbekanntem, vielleicht beherrschbaren Bedingungen aktiv werden und tritt dann neben das oder die *variegata*-

¹⁾ Eine Rückkehr aus dem heterozygotischen in den alten homozygotischen Zustand habe ich nicht beobachten können. Dagegen besteht nach einigen Erfahrungen wenigstens die Möglichkeit, daß ein Übergang in einen neuen homozygotischen Zustand, der noch zu erwähnenden „vegetativen Spaltung“ entsprechend, vorkommt.

²⁾ Der richtige Bastard ist gleichmäßig grün, etwas weniger heller als *typica* (l. c. S. 300, G. A. 30, 621).

³⁾ SHULL, G. H., A new Mendelian Ratio and several Types of Latency. *Americ. Naturalist*, Vol. XLII (July 1908) p. 433.

Gene in der Form, in der es im Bastard *variegata* + *typica* vorhanden ist. Es kann das bei einem sehr großen oder sehr kleinen Gewebekomplex, also früher oder später während der Entwicklung geschehen. Das verrät sich bei unserm Beispiel auch äußerlich dadurch, daß der betreffende, das grüne Gen im aktiven Zustand enthaltende Teil der Pflanze die homogene grüne Farbe des Bastardes *variegata* + *typica* annimmt.

Das Verhalten der *striata*-Sippen zeigt aber, daß man dies nicht verallgemeinern und sagen kann: wo sich die dominierende Farbe zeigt, ist auch immer das entsprechende latente Gen aktiv geworden. Es beweist vielmehr, daß die dominierende Farbe auch auf anderem Wege herauskommen kann. Sonst würde nicht die Mehrzahl der ganzen homogen in einer Farbe blühenden Äste ungefähr dieselbe Nachkommenschaft geben wie die gestreiftblühenden Äste.

Das Auffallendste am ganzen Verhalten ist aber: Die *variegata*-Pflanzen, die aus einem heterozygotisch (grün) gewordenen Ast einer *variegata* hervorgehen, enthalten das Gen für typisches Grün doch noch, trotz der vorangehenden Spaltung in *variegata*- und *typica*-Keimzellen. Denn sie können wieder rein grüne Äste mit ihrer charakteristischen Nachkommenschaft bilden und selbst in der folgenden Generation grüne Hetero- und Homozygoten geben. Auf der einen Seite sehen wir also das Gen für typisches Grün abgespalten werden, auf der andern Seite ist es doch immer noch vorhanden und geht aufs neue in den abspaltbaren Zustand über. Da man sich nun nicht wohl vorstellen kann, es trete immer wieder ganz neu auf, kommt einstweilen vielleicht folgende Annahme der Wahrheit am nächsten: Das Gen für Dunkelgrün wird nur teilweise (aber rein!) abgespalten; ein Rest bleibt bei dem *variegata*-Gen übrig, der wieder anwächst, gewissermaßen regeneriert wird, und von dem dann (in der nächsten Generation) wieder ein Teil abgespalten werden kann usw.

Wie sich auch die Erklärung im einzelnen noch gestalten wird, und wenn auch für manche Beobachtungen noch ein reicheres Belegmaterial herbeigeschafft und mancher noch im einzelnen genauer aufgeklärt werden muß, an der Tatsache ist nicht zu zweifeln, daß Stücke der *variegata*- und *striata*-Pflanzen aus dem gewöhnlichen, homozygotischen Zustand in einen heterozygotischen Zustand übergehen können und sich dann so verhalten, als hätte eine Bastardierung stattgefunden, als wäre von außen Keimplasma mit einem neuen Gen dazugekommen. Darauf lege ich das Hauptgewicht. Die Bedeutung für unsere Vorstellungen vom Wesen der Anlagen und ihrem Zustand in homozygotischen und heterozygotischen Pflanzen liegt auf der Hand.

Mirabilis Jalapa liefert auch gewiß nicht die einzigen Beispiele für diesen Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zu-

stand. Nach den Angaben, die DE VRIES¹⁾ für sein *Antirrhinum majus luteum rubrostriatum* macht, ist es mir z. B. wenigstens wahrscheinlich geworden daß es sich, noch eingehender untersucht, im Prinzip ähnlich erweisen wird, und vielleicht schließen sich alle *striata*-Sippen, in deren Nachkommenschaft eine Anzahl ungestreifter Individuen auftreten (ein Teil der ever sporting Varieties), hier an.

Das genaue Gegenstück finden wir bei den (schon jetzt besser bekannten) Fällen, wo ein Bastard Gewebekomplexe, meist Äste, bildet, die äußerlich dem einen Elter gleichen und auch eine Nachkommenschaft geben, die diesem Elter ganz entspricht, wo also umgekehrt ein Übergang aus dem heterozygotischen in einen homozygotischen Zustand stattfindet. Aus leicht verständlichem Grund hat man bis jetzt fast immer die Rückkehr zu dem Elter mit dem rezessiven Merkmal beobachtet. Ich verweise z. B. auf DE VRIES' Bastard zwischen *Veronica longifolia typica* und *alba*, mit weißblühenden Ästen²⁾, und MAC DOUGAL, VAIL und SHULL's³⁾ Bastard zwischen *Oenothera Lamarckiana* und *O. cruciata* mit seinem *Lamarckiana*-Ast. In solchen Fällen kann man von „Rückschlägen“ sprechen, während ich für das *variegata*- und *striata*-Merkmal das Wort Rückschlag absichtlich nicht gebraucht habe. Man hat dann auch von „vegetativer Mendelspaltung“⁴⁾ gesprochen, und dem parallel könnte man bei dem Verhalten der *variegata*- und *striata*-Sippen von einer „vegetativen Bastardierung“ sprechen, einer „Autohybridisation“.

Niemand wird wohl in diesem letzteren Falle aus demselben definitiven Resultat, dem heterozygotischen Zustand des Gewebes, schließen wollen, daß er auf demselben Wege zustande gekommen ist wie bei einem geschlechtlich erzeugten Bastard. Ebenso wenig sollte man aber auch aus demselben definitiven Resultat des „vegetativen Spaltens“, dem homozygotischen Zustand, zwingende Schlüsse auf den Modus des Spaltens bei der Keimbildung ziehen wollen.

Münster i. W., Oktober.

¹⁾ DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. I, S. 494 u. f.

²⁾ l. c. Bd. II, S. 155, 161, 172, 675 (der Hinweis auf die letzte, wichtigste Stelle fehlt im Register).

³⁾ MAC DOUGAL, D. T., VAIL, A. M., and SHULL, G. H., Mutations, Variations and Relationships of the *Oenotheras*, Carnegie Instit. of Washington, Publ. Nr. 81, p. 59 (1907).

⁴⁾ Z. B. CRAMER, P. J. S., Kritische Übersicht der bekannten Fälle von Knospensvariation (Naturkund. Verhandl. v. d. Holland. Maatsch. d. Wetensch. Derde Verzameling, Deel VI, Derde Stuk, 1907) an mehreren Stellen.

33. Vererbung und Bestimmung des Geschlechts.

Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 27 S., 1912.

Hochansehnliche Versammlung!

Die Frage: Knabe oder Mädchen? gehört zu den Problemen der allgemeinen Physiologie, die das Interesse am frühesten und am stärksten beschäftigt haben; vielleicht steht sie überhaupt an erster Stelle. Zu diesem Schlusse können wir wenigstens kommen, wenn wir die Zahl der darüber geäußerten Ansichten als Maßstab nehmen. Soll doch schon am Ende des 17. Jahrhunderts DRELINCOURT, der Professor der Anatomie in Leyden war, nicht weniger als 262 verschiedene Theorien der Geschlechtsbestimmung gekannt haben; und seitdem sind Forschung und Phantasie nicht untätig geblieben, sondern haben Hypothese auf Hypothese gehäuft. Unser wirkliches Wissen von einem Problem pflegt nun umgekehrt proportional zu sein zu der Zahl der darüber geäußerten Ansichten, und schon daraus können Sie entnehmen, daß der Stand unserer sicheren Kenntnisse über die Geschlechtsbestimmung lange Zeit hindurch ungewöhnlich niedrig war.

Erst seitdem man das Problem nicht mehr allein für den Menschen und die ihm am nächsten stehenden Haustiere zu lösen versucht hat, sondern vergleichend auch andere Organismen heranzog, sind wir über das Raten hinausgekommen. Freilich melden sich auch immer wieder Zweifel, wie weit eine solche zusammenfassende Betrachtung aller Organismen mit geschlechtlicher Fortpflanzung zulässig sei. Aber gerade diese Ergebnisse der letzten Jahre ermutigen dazu; neben Widersprüchen im einzelnen hat sich so viel Übereinstimmung gezeigt, daß wir annehmen dürfen, im Prinzip verhielten sich hierin nicht nur die verschiedenen Tierklassen, sondern auch die Pflanzen gleich. Deshalb habe auch ich als Botaniker eine Berechtigung, das ganze Problem der Geschlechtsbestimmung vor Ihnen aufzurollen.

Gerade in der letzten Zeit haben unsere Kenntnisse solche Fortschritte gemacht, daß wir eine definitive Lösung des Problems wenigstens voraussehen dürfen. Wir verdanken das zwei Forschungsrichtungen: erstens dem Studium der feineren Vorgänge bei der Kernteilung jener Zellen, die zu

Keimzellen werden, und zweitens der experimentellen Vererbungslehre, die seit der Wiederentdeckung der MENDEL'schen Gesetze einen staunenswerten Aufschwung genommen hat.

Es ist die dankbare Aufgabe meines Kollegen GOLDSCHMIDT, Ihnen zu zeigen, wie sich seit den bahnbrechenden zytologischen Untersuchungen HENKING's, MAC CLUNG's, WILSON's, BOVERI's und anderer bei vielen Tieren ein feiner Unterschied in der Zusammensetzung der Zellkerne beim männlichen und weiblichen Geschlechte nachweisen läßt, wie dieser Unterschied auf die Keimzellen zurückgeht und für sich allein genommen schon Schlüsse auf die Art der Geschlechtsbestimmung zu ziehen gestattet. Ich darf Ihnen über die experimentellen Untersuchungen der letzten Zeit berichten. Daß deren Ergebnisse zumeist in Harmonie stehen mit dem, was die eben erwähnten zytologischen Untersuchungen lehren, ist besonders erfreulich und beweist wohl, daß wir auf dem rechten Wege sind.

Bei dem außerordentlichen Umfang des Materials und bei der Unmöglichkeit, die zum Teil strittigen Einzelfragen in einem kurzen Vortrag darzustellen, kann ich Ihnen nur das andeuten, was mir in prinzipieller Hinsicht am wichtigsten zu sein scheint.

Zunächst möchte ich gleich an eins erinnern, um Ihre Erwartungen nicht zu sehr zu täuschen. Man kann das Problem von der praktischen Seite anfassen; dann läuft es darauf hinaus, willkürlich das Entstehen eines bestimmten Geschlechtes zu veranlassen. Hierfür besteht beim großen Publikum natürlich ein besonderes Interesse. Wir werden uns aber auf den theoretischen Standpunkt stellen und nur nach der Art der Geschlechtsbestimmung überhaupt fragen. Beide Standpunkte sind bis zu einem gewissen Grade voneinander unabhängig. Es ist denkbar, daß die praktische Lösung gefunden wird, ohne daß, zunächst wenigstens, die theoretische Lösung gelänge, und es ist zur Zeit sehr wahrscheinlich, daß sich aus der theoretischen Lösung, wenn sie einmal feststeht, der Beweis ergeben wird, daß eine völlig willkürliche Bestimmung unmöglich ist.

I.

Unwillkürlich denkt jedermann bei „Geschlechtsbestimmung“ zunächst an die Verhältnisse, wie sie uns beim Menschen und den Haustieren entgegneten: an den ausgeprägten Gegensatz von männlichem und weiblichem Geschlecht. Diese Form der Geschlechtertrennung ist außerordentlich verbreitet; sie ist im Tierreich (bei den Metazoen) fast überall zu finden und auch bei den Pflanzen leicht nachzuweisen. Hanf und Hopfen, Spinat und Brennessel, Dattel und Feige, Eibe und Wacholder seien als Beispiele genannt.

Männliche und weibliche Individuen treten hier in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf, das meist ungefähr 1 : 1 ist. Gewöhnlich gibt man an, wieviel männliche Individuen auf hundert weibliche geboren werden. Diese Zahl ist für jede Spezies charakteristisch, zuweilen sogar für die einzelnen Rassen, die sich bei einer Spezies wieder unterscheiden lassen (besonders auffällige Unterschiede zeigt der Hanf). Beim Menschen ist sie annähernd 106 (auf 100 Mädchengeburten fallen also etwa 106 Knabengeburten), und sie ist zum Beispiel fast genau gleich bei einer gemeinen Unkrautpflanze, *Mercurialis annua*, dem Bingelkraut. Dieses Geschlechtsverhältnis ist für uns sehr wichtig. Denn ob irgendein Eingriff auf die Geschlechtsbestimmung wirkt, können wir zumeist nur an einer Verschiebung des „normalen“ Verhältnisses der Geschlechter erkennen. Man muß dabei unbedingt über große Zahlen verfügen und sie mit der nötigen Kritik betrachten. Es fällt uns z. B. sehr auf, wenn die 8 oder 10 Kinder eines Elternpaares alle Knaben oder alle Mädchen sind, und man ist geneigt, sich nach irgendeinem besonderen Grunde dafür umzusehen. Untersucht man aber statistisch, wie oft derartige Familien vorkommen, so findet man, daß sie nicht häufiger und nicht seltener sind, als es die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt, wenn der Zufall allein über das Geschlecht der Kinder entscheidet.

Die ausgesprochene Form der Geschlechtertrennung in Männchen und Weibchen ist aber nicht die einzige. Wir müssen uns sogar vorstellen, daß sie etwas sekundär Erworbenes ist. Denn die verschiedensten Überlegungen führen uns zu der Überzeugung, daß sie aus der Zwitterigkeit, dem Hermaphroditismus, hervorgegangen ist, und zwar nicht ein einziges Mal in einem einheitlichen Stammbaum, sondern wiederholt in verschiedenen, getrennten phylogenetischen Entwicklungslinien. Allein in einer Gruppe niederer Pflanzen, bei den Algen, lassen sich wohl ein Dutzend solcher unabhängiger Linien nachweisen, die alle mit dem zwitterigen Zustand beginnen und mit dem getrenntgeschlechtigen abschließen. Unter solchen Umständen ist die schon aufgeworfene Frage berechtigt, ob der Mechanismus der Geschlechtsbestimmung im einzelnen überall derselbe ist, wenn auch im großen und ganzen Übereinstimmung herrscht. Unsere Ergebnisse weisen in der Tat deutlich auf die Existenz dessen hin, was man Konstruktionsvariationen nennen könnte.

Die Zwischenstufen haben sich vor allem im Pflanzenreich erhalten, in einem Reichtum und einer Mannigfaltigkeit, von der man sich selten Rechenschaft gibt; hier ist die Zwitterigkeit auch zumeist primär. Im Tierreich scheint der Hermaphroditismus dagegen, wenigstens bei den Metazoen,

sekundärer Natur zu sein, was sich oft schon durch den deutlichen Zusammenhang mit der ebenfalls sekundär erworbenen Lebensweise des Tieres verrät. Speziell der Parasitismus hat, wie leicht verständlich, oft auch wieder zur Ausbildung der beiderlei Geschlechtszellen im selben Individuum geführt. Man denke z. B. an *Rhabdonema nigrovenosum*, wo die freilebende Generation getrenntgeschlechtig, die parasitische zwitterig ist. Ich möchte also die alte Frage, ob der getrenntgeschlechtige oder der zwitterige Zustand der ursprüngliche sei, dahin beantworten, daß dem getrenntgeschlechtigen ein zwitteriger vorangegangen sein muß, daß die Pflanzen ihn noch oft beibehalten haben, die zwitterigen Tiere aber nicht auf ihm stehengeblieben sind, sondern ihn erst nachträglich wieder erlangt haben. Er muß dann aber seinem inneren Wesen nach von dem ursprünglichen Zwitterzustand verschieden sein. Denn wenn irgendwo die phylogenetische Entwicklung auf ein früheres Stadium zurückfällt, geschieht es nur scheinbar, äußerlich. Irgendwelche Schlüsse aus diesem sekundären zwitterigen Zustand auf den primären, wie wir ihn etwa bei den Pflanzen so oft finden, zu ziehen, scheint mir deshalb kaum zulässig zu sein.

Wir können hier auf die Ergebnisse, die das Studium der Zwischenformen zwischen zwitterigen und völlig getrenntgeschlechtigen Organismen hinsichtlich der Geschlechtsbestimmung geboten hat, nicht näher eingehen und werden uns mit gelegentlichen Hinweisen begnügen müssen. Es ist auch noch fraglich, wie weit all das für die völlig getrenntgeschlechtigen Organismen, an die wir uns hier halten müssen, Bedeutung hat.

Ein neuer Organismus entsteht geschlechtlich durch die Vereinigung zweier Keimzellen, einer männlichen und einer weiblichen, z. B. eines Spermatozoons und eines Eies. Aus der befruchteten Eizelle geht zunächst der Embryo und aus diesem der fertige Organismus hervor. Überlegt man sich nun, auf welchen Zeitpunkt das Geschlecht des neuen getrenntgeschlechtigen Wesens wirklich festgelegt sein kann, so sind drei Möglichkeiten vorhanden.

Erstens könnte das Geschlecht schon in den Keimzellen fest bestimmt sein. Selbstverständlich käme dann nur eine Art Keimzellen in Betracht, entweder die des weiblichen oder die des männlichen Geschlechts. Die andere Art Keimzellen und die Vereinigung beider bei der Befruchtung könnte gar keine Rolle mehr spielen. Es müßte endlich die eine Hälfte der in Betracht kommenden Keimzellen für das eine, die andere Hälfte für das andere Geschlecht vorherbestimmt sein. Diese progame Bestimmung hat bis in die neue Zeit viele Verteidiger gefunden, wobei man fast immer die Eizellen zur Hälfte für das männliche, zur Hälfte für das weibliche Geschlecht fest-

gelegt und die Spermatozoen einflußlos sein ließ. Ich nenne nur BEARD, von LENHOSSEK und O. SCHULTZE als Vertreter dieser Ansicht.

Zweitens könnte die Bestimmung des Geschlechts bei der Vereinigung der Keimzellen, syngam, erfolgen.

Drittens wäre es möglich, daß auch in der befruchteten Eizelle zunächst noch keine definitive Entscheidung über das Geschlecht gefallen wäre; sie müßte dann erst bei deren Entwicklung zum Embryo oder noch später, epigam, geschehen. — Daß wir daraus, daß der Embryo in der ersten Zeit äußerlich indifferent ist, daß wir ihm sein Geschlecht zunächst nicht ansehen können, noch nicht schließen dürfen, sein Geschlecht sei noch nicht fest bestimmt, darüber kann heutzutage kein Zweifel mehr herrschen.

Bei der progamen und syngamen Bestimmung könnten innere Anlagen und äußere Einflüsse eine Rolle spielen, bei der epigamen dagegen, wie man leicht einsehen wird, nur noch äußere, d. h. außerhalb des Embryo liegende Einflüsse.

Diese Einteilung der möglichen Fälle ist ganz konsequent, sie reicht aber nicht aus, weil die Verhältnisse komplizierter sind. Man kommt bei der Geschlechtsbestimmung nicht mit der einmaligen Wirkung einer einzigen Ursache aus.

II.

Wir müssen jetzt etwas weiter ausholen.

Von den Unterschieden zwischen den beiden Geschlechtern kommt in erster Linie natürlich die verschiedene Ausbildung der Keimdrüsen in Betracht, die entweder Eizellen oder Spermatozoen liefern. Darauf beruht der primäre Geschlechtscharakter. Mit ihm ist dann das Auftreten einer ganzen Reihe anderer Merkmale enger oder lockerer verbunden, die man als sekundäre Geschlechtscharaktere bezeichnet. Ich brauche kaum an den Bart des Mannes, das lange Haar der Frau, an das Geweih des Hirsches oder Rehbocks, an das bunte Federkleid des Pfauenhahns zu erinnern. Für einen Teil dieser sekundären Charaktere werden besondere Anlagen vorhanden sein, die entweder das Männchen oder das Weibchen entfaltet; andere werden auf denselben Anlagen beruhen, die nur unter den korrelativen Einflüssen von den primären Sexualcharakteren her in verschiedener Ausbildung entfaltet werden.

Es ist nun eine Tatsache von besonderer theoretischer Tragweite, daß jedes Geschlecht außer den eigenen primären und sekundären Merkmalen, die es entfaltet zeigt, und an denen wir es erkennen, auch noch die Möglichkeit besitzt, die Merkmale des anderen Geschlechtes hervorzubringen. Für gewöhnlich sind diese freilich versteckt, latent, so daß nichts davon zu sehen ist. Gelegentlich kommen sie aber doch zum Vorschein. Das geschieht z. B.

bei dem Altern — ich erinnere an die „Hahnenfedrigkeit“ alter Hennen oder an die männlichen Blüten, die bei alten weiblichen Pflanzen des Bingelkrautes, wahrscheinlich regelmäßig, auftreten. Ihr Erscheinen kann aber auch durch ganz bestimmte Eingriffe von außen her veranlaßt werden. Besonders interessant sind die Fälle, in denen parasitäre Organismen bei ihren Wirten eine Änderung des Geschlechts hervorrufen. So verwandelt z. B. der Wurzelkrebs *Sacculina* bei dem befallenen Männchen der Krabbe *Inachus* die männlichen Keimdrüsen teilweise in weibliche, wobei sich auch die sekundären Geschlechtscharaktere ändern können. Wird dagegen das Weibchen befallen, so behält es sein Geschlecht unverändert bei. Und ein Brandpilz, der in den Staubbeuteln der Lichtnelke, *Melandrium*, seine Sporen ausbildet, veranlaßt bei den weiblichen Exemplaren dieser getrenntgeschlechtigen Pflanze die volle Entwicklung der Staubgefäße, die sonst nur als ganz winzige Rudimente angelegt werden. Es geschieht dies, damit er seine Sporen auf Kosten des Gewebes ausbilden kann, das sonst zu Pollenkörnern wird. Die männlichen Exemplare läßt er unverändert, da die nötigen Staubgefäße sowieso vorhanden sind, und eine Weiterentwicklung des Fruchtknotenrudimentes für den Pilz belanglos ist.

J. SMITH hat besonderes Gewicht darauf gelegt, daß die *Sacculina* zwar das Krabbenmännchen mehr oder weniger vollständig in ein (freilich nicht funktionsfähiges) Weibchen umwandeln kann, das Weibchen aber unverändert läßt. Er glaubt, daraus schließen zu können, daß wohl das Männchen die Merkmale des Weibchens in leicht entfaltbarer Form enthält, das Weibchen aber die des Männchens nicht (oder doch in einer viel schwerer entfaltbaren Form). Dieser Schluß scheint mir aber wenig berechtigt zu sein. Die Umwandlung des *Inachus*-Männchens erfolgt durch einen bestimmten Eingriff, der in letzter Linie sicher in der Einwirkung einer chemischen Verbindung besteht. Diese Verbindung bleibt beim Weibchen wirkungslos, weil das fehlt, mit dem sie beim Männchen reagiert, und das das Männchen eben zu dem gemacht hat, was es ist. Der Parasit bildet nicht einen Stoff, der überhaupt das eine Geschlecht in das andere verwandelt, sondern einen, der speziell das Männchen zum Weibchen macht. Vielleicht steht das sogar insofern mit seiner Ernährung in direkter Verbindung, als er Stoffe der Ovarien und nicht solche der Hoden zu seiner Entwicklung braucht.

Wir müssen uns also durchaus auf den Boden einer prinzipiellen völligen Gleichheit der Geschlechter stellen, was ihre Anlagen anbetrifft. Es ist weder das Männchen ein reduziertes Weibchen, noch umgekehrt das Weibchen ein reduziertes Männchen. Daraus ergibt sich nun eine weitere Konsequenz von großer Tragweite: Die Geschlechtsbestimmung kann nicht darin bestehen, daß dem einen Individuum männliche, dem anderen weibliche Anlagen zugeteilt werden; sie muß vielmehr dadurch zustandekommen,

daß nur ein Teil von den überhaupt entfaltbaren Merkmalen zum Erscheinen bestimmt wird, mag es sich um eine direkte Förderung dieses einen oder um die Hemmung, resp. Unterdrückung des anderen Teils handeln. Wird z. B. der männliche Teil der Anlagen oder Merkmale unterdrückt, so entsteht ein Weibchen, wird der weibliche unterdrückt, ein Männchen.

Soviel gilt offenbar für das ganze Organismenreich, und damit ist also stets im Prinzip noch die Möglichkeit einer Geschlechtsänderung gegeben. Es ist aber erstens sehr gut möglich, daß der Vorgang der Geschlechtsbestimmung, die direkte oder indirekte Förderung der einen Merkmale, nicht überall in der gleichen Weise erfolgt. Und es ist zweitens möglich, daß er nicht stets gleich vollkommen, die Geschlechtsbestimmung nicht gleich fest ist. So viel ist aber sicher und geht z.B. aus den bekannten Versuchen von O. SCHULTZE mit Mäusen und E. STRASBURGER mit Pflanzen hervor: Für gewöhnlich bleiben alle möglichen äußeren Eingriffe auf den Embryo und späterhin wirkungslos, vor allem Ernährungseinflüsse, obwohl man gerade ihnen viel Bedeutung zugeschrieben hat. Man denke nur an die Ansichten, die vor nicht zu langer Zeit L. SCHENK mit so großer Zuversicht vorgetragen hatte, und von denen jetzt niemand mehr spricht.

Aus der Tatsache, daß jedes Geschlecht auch die Merkmale des entgegengesetzten Geschlechtes enthält, läßt sich allein noch kein Schluß auf die Disposition der Keimzellen ziehen, durch deren Vereinigung das Individuum entstanden ist, und die es wieder hervorbringt. Sie verträgt sich sowohl mit der Annahme, daß jede Keimzelle nur eine Art Merkmale überträgt, als auch mit der, daß in jeder Keimzelle, wie im ganzen Individuum, schon die Fähigkeit steckt, sowohl die männlichen als die weiblichen Merkmale zu entfalten.

Wir wissen nun aus einer ganzen Reihe von Beobachtungen, daß offenbar das letztere zutrifft, die Spermatozoen also etwa nicht nur die Anlage für das männliche Geschlecht enthalten, sondern auch die für das weibliche, und die Eizellen außer denen für das weibliche auch noch die für das männliche. Das zeigt sich bei den Nachkommen, wenn die Eltern zu zwei Rassen gehören, die sich in ihren Geschlechtscharakteren, primären oder sekundären, unterscheiden. So kann der Stier den Milchertrag, der für die Kühe seiner Rasse charakteristisch ist, vererben, und der Hahn eine besondere Tüchtigkeit im Eierlegen; bei Pflanzen läßt sich diese Tatsache sogar relativ leicht experimentell beweisen.

Sind in jeder Keimzelle die Merkmale für beide Geschlechter vertreten, so müssen in jedem Individuum (das ja durch die Vereinigung zweier Keimzellen entsteht) viererlei Anlagen vorhanden sein, je zweimal die für das

männliche und zweimal die für das weibliche Geschlecht, jedesmal die einen von der weiblichen und die anderen von der männlichen Keimzelle herkommend. (Bezeichnen wir mit M die Anlagen für die männlichen und mit W die Anlagen für die weiblichen Merkmale und versehen die von dem einen Individuum stammenden mit einem Strich als Index, so enthalten die Keimzellen die Anlagenkomplexe MW und M'W' und die befruchtete Eizelle MM' WW'.) Von diesen viererlei Anlagenkomplexen entfaltet sich nur einer; drei bleiben für gewöhnlich latent. Ein bestimmtes Geschlecht entsteht dadurch, daß entweder einer von den beiden männlichen oder einer von den beiden weiblichen Komplexen gefördert wird; ob es dann der vom Ei oder der vom Spermatozoon herkommende ist, wird zumeist unabhängig davon durch andere Bedingungen bestimmt.

Enthält also jede Keimzelle sowohl den männlichen als den weiblichen Anlagenkomplex des Individuums, das sie hervorgebracht hat, so ist nun die nächste Frage, in welchem Zustand sich die beiden Komplexe befinden, ob sie noch gleichwertig sind, und die Keimzelle also indifferent ist, oder ob schon der eine oder der andere Anlagenkomplex das Übergewicht besitzt, mehr oder weniger vollständig, ähnlich wie es bei dem Individuum der Fall ist, das die Keimzelle hervorgebracht hat. Dann könnten wir von einer geschlechtlichen Tendenz der Keimzellen reden; solche mit männlicher Tendenz würden Männchen, solche mit weiblicher Tendenz Weibchen geben. Wie diese Tendenz zustandekommt, worauf es beruht, daß der eine Anlagenkomplex das Übergewicht über den anderen erhält, ist eine Frage ganz für sich.

Man hat nun, und gewiß mit Recht, fast allgemein angenommen, daß die Keimzellen wirklich schon eine bestimmte geschlechtliche Tendenz haben. Über diese selbst hat man sich freilich nicht recht einigen können. Die einen Forscher sprechen den Keimzellen dieselbe Tendenz zu, die das Individuum besitzt, von dem sie hervorgebracht werden, allen Spermatozoen also männliche, allen Eizellen weibliche. Andere Autoren glauben, die entgegengesetzte, „gekreuzte“ Tendenz annehmen zu müssen, bei den Spermatozoen also die weibliche, bei den Eizellen die männliche. Wieder andere lassen das Individuum zweierlei Keimzellen bilden, solche mit männlicher und solche mit weiblicher Tendenz, und zwar soll das entweder nur das Männchen oder nur das Weibchen tun oder endlich alle beide.

Um diese Fragen aus dem Stadium der Mutmaßungen heraus zu heben, hat man verschiedene Wege eingeschlagen. Die zytologische Untersuchung hat im Tierreich gerade hier außerordentliche Ergebnisse gezeigt, über die

Ihnen mein Kollege GOLDSCHMIDT berichten wird. Andere Versuche, die Frage mit Hilfe von Vererbungsexperimenten zu lösen, werde ich selbst noch kurz andeuten, so daß nur noch die Argumente übrig bleiben, die von der Parthenogenesis geboten werden und von Zuchtversuchen mit annähernd (nicht ganz) eingeschlechtigen Individuen, wie sie einzeln im Pflanzenreich zu finden sind.

Wenden wir uns zunächst zur Parthenogenesis.

Zweifellos am sichersten würden wir über die Tendenz der Keimzellen unterrichtet sein, wenn es uns gelänge, die Keimzellen sich ohne Zutritt einer zweiten Keimzelle, also ohne Befruchtung weiter entwickeln zu lassen bis zum fertigen Organismus oder doch so weit, daß das Geschlecht sicher festgestellt werden kann.

Die Natur macht nun diesen Versuch im großen Maßstab mit den Eizellen gewisser Tiere und Pflanzen, bei der natürlichen Parthenogenesis. Von den Insekten gehören die Blattläuse, Gallwespen und Bienen hierher. Hier können sich die Eier ohne Zutritt von Spermatozoen zu vollkommenen Wesen entwickeln. In allen Fällen zeigen diese ein bestimmtes Geschlecht, und es spricht das durchaus dafür, daß jede Keimzelle auch schon eine bestimmte Geschlechtstendenz besitzt. Im einzelnen ist das Verhalten aber von Fall zu Fall verschieden; bald entstehen durch Parthenogenesis nur Weibchen (bei Blattwespen), bald nur Männchen (bei der Biene), oder Weibchen und Männchen, oder zunächst nur Weibchen, später Weibchen und Männchen. Bei den zwittrigen Pflanzen geben die Eizellen wieder Zwitter. Es spricht sich hierin wohl nicht mehr immer die ursprüngliche Tendenz der Eier aus, sondern es liegen Anpassungen an die bestimmten Verhältnisse vor, die einerseits die Parthenogenesis veranlaßt haben, und die andererseits durch sie bedingt werden. Wir dürfen deshalb meiner Meinung nach daraus gar keine Schlüsse auf die Tendenz der Keimzellen bei den normal sich fortpflanzenden Organismen ziehen. — Auch in ihrer Entstehungsweise sind ja die meisten parthenogenetisch sich entwickelnden Eizellen von den befruchtungsbedürftigen verschieden.

Außer der natürlichen Parthenogenesis kennen wir aber noch eine künstliche, bei der befruchtungsbedürftige Eier durch mechanische oder chemische Einwirkungen von außen her den Anstoß erhalten, der zur Weiterentwicklung führt, und der sonst vom eindringenden Spermatozoen ausgeht. Hier fielen alle etwa durch Anpassung entstandenen Tendenzänderungen weg, die Ergebnisse wären eindeutig. Leider hat man aber in diesen Fällen die Entwicklung noch nicht so weit verfolgen können, daß das Geschlecht der Nachkommen zu bestimmen gewesen wäre. Nur YVES DELAGE hat es fertig gebracht, zwei Seeigeleier bis zur Geschlechtsreife parthenogenetisch aufzuziehen; eines wurde zu einem Männchen, eines zu einem

Weibchen. Es ist sehr zu hoffen, daß die methodischen Schwierigkeiten derartiger Aufzuchten bald überwunden werden.

Gibt uns die Parthenogenesis, einstweilen wenigstens, keine ganz sicheren Anhaltspunkte zur Beantwortung unserer Frage nach der Tendenz der Keimzellen, so haben auch die Versuche mit Pflanzen, die annähernd, wenn auch nicht ganz rein, getrenntgeschlechtig sind, ebenfalls kein ganz eindeutiges Resultat gegeben. Das Bingelkraut, *Mercurialis annua*, ist z. B. im allgemeinen getrenntgeschlechtig, doch treten an den Männchen gelegentlich einzelne weibliche Blüten auf und vor allem an den alternden Weibchen einzelne männliche; ja es ist nach BITTER ungewiß, ob es Weibchen gibt, die unter keinen Umständen männliche Blüten hervorbringen. Solche fast eingeschlechtige Pflanzen kann man nun isolieren und ihre durch Selbstbefruchtung entstandene Nachkommenschaft aufziehen. Derartige Versuche haben STRASBURGER und BITTER, auch ich selbst, angestellt; sie ergaben, daß beiderlei Pflanzen wieder ihresgleichen hervorbringen, während sonst, wenn man männliche und weibliche Individuen zusammenbringt, die Nachkommenschaft das Geschlechtsverhältnis 106 Männchen auf 100 Weibchen zeigt. Aus diesen Versuchen muß man wohl schließen, daß die geschlechtliche Tendenz der Keimzellen dem Geschlecht des Individuums entspricht, das sie hervorbringt, ein Ergebnis, zu dem mich auch das Studium der Zwischenformen zwischen zwittrigen und getrenntgeschlechtigen Pflanzen geführt hatte. Es scheint aber auch hier keine durchgreifende Gesetzmäßigkeit zu bestehen; nach meinen Versuchen mit der Ackerdistel geben die annähernd rein männlichen Pflanzen bei Selbstbefruchtung sicher auch Weibchen; das Zahlenverhältnis bleibt freilich noch zu ermitteln.

Ist hier von der Fortsetzung und Ausdehnung der Versuche noch mancherlei Aufklärung zu erwarten, so haben die beiden eingangs genannten Wege, die zytologische Untersuchung und der Vererbungsversuch, unter sich übereinstimmende Ergebnisse erzielt in dem Sinne, daß die Keimzellen des einen Geschlechts alle dieselbe Tendenz bekommen, und zwar seine eigene, die Keimzellen des anderen Geschlechts aber zur Hälfte dieselbe, zur Hälfte die entgegengesetzte Tendenz. Das Geschlecht, das nur Keimzellen mit seiner eigenen Tendenz hervorbringt, wollen wir mit R. HERTWIG homogametisch nennen, das andere, das zweierlei Keimzellen produziert, zur Hälfte mit der eigenen, zur Hälfte mit der entgegengesetzten Tendenz, heterogametisch. Dabei scheint je nach dem Verwandtschaftskreis bald das männliche, bald das weibliche Geschlecht die zweierlei Keimzellen hervorzubringen, bei den einen Insekten und manchen Pflanzen, vielleicht auch beim Menschen, das männliche, bei den anderen Insekten und auch wohl den Seeigeln, das weibliche.

Haben die Keimzellen also schon eine bestimmte Tendenz, so ist die nächste Frage die, ob sie unveränderlich festgelegt ist, so daß dadurch auch das Geschlecht der Nachkommen vollständig bestimmt ist, oder ob trotz der Tendenz der Keimzellen über das Geschlecht der Nachkommen erst nach der Befruchtung definitiv entschieden ist. Wir können ja ganz gut verstehen, daß eine bestimmte geschlechtliche Tendenz der Keimzellen noch nicht notwendig über das Geschlecht des Embryo zu entscheiden braucht; ist es doch mit den übrigen Eigenschaften auch nicht anders. Die Eizellen einer rein weißblühenden Erbsensorte haben z. B. ganz sicher auch die Tendenz, rein weißblühende Pflanzen zu geben; bestäubt man aber die kastrierten Blüten einer solchen weißen Erbse mit dem Pollen einer violettblühenden, so erhält man aus denselben Eizellen lauter violettblühende Nachkommen.

Viele Forscher haben sich nun dahin ausgesprochen, daß die Hälfte der Eier zu Männchen, die Hälfte zu Weibchen fest vorbestimmt sei, und daß jeder Einfluß des Spermatozoon fehle. Man hat sich dabei zumeist auf die Tatsache gestützt, daß bei manchen Tieren zweierlei Eier, größere und kleinere, gebildet werden. Aus den größeren gehen stets Weibchen, aus den kleineren Männchen hervor. In den meisten Fällen handelt es sich aber um Eier, die sich ohne Befruchtung parthenogenetisch weiter entwickeln, so bei der Reblaus, bei Daphniden und Rotatorien. Auf Tiere mit normaler geschlechtlicher Fortpflanzung dürfte ihr Verhalten nicht übertragbar sein. Und der einzige Fall, wo befruchtungsbedürftige Eier entsprechende Größendifferenzen zeigen, der merkwürdige Strudelwurm *Dinophilus a patris*, ist durch neuere Untersuchungen (von SHEARER) sehr zweifelhaft geworden; die Größendifferenz soll sich erst nach der Befruchtung einstellen, also wenn das Geschlecht jedenfalls schon entschieden ist. Die Befruchtung soll eben viel früher eintreten, als man bis jetzt annahm.

Die Beweise für eine unveränderliche Vorherbestimmung der Keimzellen sind also fraglich geworden; umgekehrt hat sich in einigen Fällen durch das Experiment nachweisen lassen, daß das Geschlecht der Nachkommen von der inneren Beschaffenheit beider Eltern abhängt, also nicht in den Keimzellen eines Elters, und damit auch nicht unabänderlich festgelegt sein kann.

Bei seinen Versuchen mit Fröschen fand R. HERTWIG, daß die Abstammung von Ei und Sperma, resp. die Herkunft des Männchens und Weibchens aus der einen oder anderen Gegend, von Einfluß ist auf die Zusammensetzung der Nachkommenschaft. An manchen Orten ist nämlich das Geschlecht der jungen Fröschen schon sehr frühzeitig zu erkennen, an anderen Orten ist die Mehrzahl der jungen Tiere sehr lange äußerlich und innerlich indifferent (nicht eigentlich hermaphroditisch); die Umwandlung der nicht

differenzierten Keimdrüsen in ausgesprochen männliche oder weibliche erfolgt bei ihnen viel später. Diese Eigenschaft, indifferente Junge zu bilden, ist stärker als die, frühzeitig differenzierte hervorzubringen. Befruchtet man nun die Eier eines normalen Weibchens mit dem Sperma eines, kurz gesagt, indifferents Männchens, so erhält man viel indifferente Nachkommen statt normaler. Der normale Geschlechtszustand ist also in den Eiern noch nicht festgelegt, er kann durch die Spermatozoen abgeändert werden.

Ich selbst fand bei einer Pflanze, dem spitzblättrigen Wegerich, einen ähnlichen, vielleicht noch zwingenderen Beweis für den Einfluß, den die Herkunft der männlichen und weiblichen Keimzellen hat. Hier gibt es freilich nicht Männchen und Weibchen, sondern Zwitter, Weibchen und Zwischenstufen. Von verschiedenen Weibchen, die alle gleichzeitig mit dem Pollen ein und desselben zwittrigen Stockes bestäubt worden waren, brachte jedes eine anders zusammengesetzte Nachkommenschaft hervor, jedes z. B. verschieden viel Weibchen. Von der Beschaffenheit der männlichen Keimzellen allein konnte also das Geschlecht nicht abhängen, die Beschaffenheit der Mutter, resp. der Eizellen mußte eine Rolle spielen. Wurde umgekehrt ein und dasselbe Weibchen nach und nach mit dem Pollen verschiedener zwittriger Stöcke bestäubt, so fiel die getrennt aufgezogene Nachkommenschaft ebenfalls verschieden aus; es waren z. B. ungleich viel Weibchen darunter. Folglich konnte das Geschlecht auch nicht in den Eizellen der weiblichen Pflanzen festgelegt sein; es mußten auch die männlichen Keimzellen, je nach ihrer Herkunft, mitgewirkt haben. Die Zusammensetzung der Nachkommenschaft hing also vom Vater und von der Mutter ab, und zwar so, wie die Ausdehnung der Versuche zeigte, daß das eine Weibchen stets relativ mehr seinesgleichen hervorbrachte als ein anderes, gleichgültig, wie es bestäubt wurde, und daß auch der zwittrige Stock stets die Bildung von relativ mehr Weibchen veranlaßte als der andere, gleichgültig, was für ein Weibchen seinen Blütenstaub erhielt.

In beiden Fällen handelt es sich gewiß um Einflüsse, die festbegründet im inneren Wesen einer ganzen Rasse (beim Frosch) oder der einzelnen Individuen (beim Wegerich) liegen. Außerdem haben wir noch zahlreiche Angaben über gelungene Verschiebungen des Geschlechtsverhältnisses zugunsten des einen Geschlechtes, die darauf hinauslaufen, daß beim selben Individuum die Tendenz der Keimzellen umgeschlagen oder wenigstens in ihrer Stärke verändert sein soll.

Vielfach sollen Ernährungseinflüsse wirksam gewesen sein. So hat jüngst A. Russo mit großer Bestimmtheit angegeben, daß er durch Darreichung von Lezithin, das in den Eiern aufgehäuft wird, beim Kaninchen das Sexualverhältnis ganz zugunsten der Weibchen verschieben könne, in letzter Linie also durch die Ernährung.

Angaben über den Einfluß des relativen Alters der Keimzellen, also ihres Entwicklungszustandes bei Eintritt der Befruchtung, sind besonders oft gemacht worden. So sollten nach THURY frühzeitig befruchtete Eier vorwiegend Weibchen, später, längere Zeit nach ihrer Ablösung, befruchtete Männchen geben. Nach ganz neuerdings publizierten Versuchen CIESIELSKI's ist umgekehrt das Alter der männlichen Keimzellen von entscheidendem Einfluß. Es soll z. B. beim Hanf bei Verwendung ganz jungen Pollens die Nachkommenschaft fast ausschließlich aus Männchen, bei Verwendung älteren Pollens ganz ausschließlich aus Weibchen bestehen.

Bis jetzt haben die meisten derartigen Behauptungen einer kritischen Nachprüfung nicht standgehalten. Gegen viele lassen sich von vornherein theoretische Bedenken geltend machen. Bei den Angaben über ein Umschlagen der Tendenz der Keimzellen eines Geschlechtes ist z. B. nicht immer beachtet worden, daß dieses Geschlecht auch zweierlei Keimzellen mit verschiedener Tendenz bilden könnte, und daß die eine Sorte durch einen Eingriff in anderer Weise beeinflußt werden könnte als die andere, z. B. gänzlich ausgeschaltet. Dann würde nicht die Tendenz der Keimzellen, die bei der Befruchtung eine Rolle spielen, geändert sein, sondern nur ihr Zahlenverhältnis und damit vielleicht das Geschlechtsverhältnis überhaupt.

Die einzigen Versuche über den Einfluß des Alters der Keimzellen, die in dieser Hinsicht wohl allen Anforderungen entsprechen, verdanken wir wieder R. HERTWIG. Bei ihnen gaben die im Zustand der Überreife befruchteten Eier des Frosches außerordentlich viel mehr Männchen, als nach dem Geschlechtsverhältnis zu erwarten gewesen wären.

III.

Überblicken wir nun einmal das bisher Besprochene. Wir haben gesehen, daß nicht nur jedes Geschlecht, sondern auch jede Keimzelle die Fähigkeit besitzt, für die Entfaltung sowohl des männlichen als des weiblichen Merkmalkomplexes zu sorgen;

daß der Prozeß der Geschlechtsbestimmung in der Unterdrückung des einen Merkmalkomplexes zugunsten des anderen besteht;

daß auch die Keimzellen schon eine bestimmte Tendenz durch Unterdrückung eines Anlagenkomplexes erhalten;

daß diese Tendenz aber nicht in einer Sorte Keimzellen, etwa in den Eizellen, ganz unabänderlich festgelegt ist oder doch festgelegt zu sein braucht, sondern daß über das Geschlecht der Nachkommen erst nach der Befruchtung definitiv entschieden ist;

daß wir endlich auch Anhaltspunkte über die Art der geschlechtlichen Tendenz der Keimzellen besitzen, speziell daß, wenigstens in vielen Fällen,

das eine Geschlecht nur einerlei, das andere zweierlei Keimzellen hervorbringen dürfte.

Damit besitzen wir die nötigsten Anhaltspunkte zur Besprechung der Versuche, die Geschlechtsbestimmung mit den Ergebnissen der modernen Vererbungslehre in Zusammenhang zu bringen. Ich muß diese Ergebnisse selbst im wesentlichen als bekannt voraussetzen; sie sind mit dem Namen GREGOR MENDEL'S untrennbar verbunden.

Schon MENDEL selbst war der Gedanke durch den Kopf gegangen, ob sich die von ihm entdeckten Gesetze nicht auch auf das Problem der Geschlechtsbestimmung anwenden ließen. Die ersten Versuche in dieser Richtung gingen aber nach der Wiederentdeckung der MENDELSchen Gesetze von STRASBURGER, CASTLE und BATESON aus. CASTLE'S Theorie ist wohl am bekanntesten geworden; sie hat jetzt nach all der Anregung, die sie geboten hat, wohl nur noch historischen Wert.

Unser Autor nahm an, daß sowohl von den Eiern als von den Spermatozoen je die Hälfte die männlichen, die Hälfte die weiblichen Anlagen führe und daß „selektive Befruchtung“ das Zusammentreffen von Keimzellen mit den gleichen Anlagen verhindere und dafür Sorge, daß sich nur Keimzellen mit verschiedenen Anlagen, den männlichen und weiblichen, vereinigten. Dabei sollten bald die einen, bald die anderen Anlagen dominieren, so daß die Hälfte der Nachkommen Männchen, die Hälfte Weibchen würden. Bei der Keimzellbildung würden endlich sowohl beim männlichen als beim weiblichen Geschlecht durch regelrechtes Spalten die Anlagen so verteilt, daß bei beiden jedesmal wieder die Hälfte der Keimzellen die männlichen, die Hälfte die weiblichen Anlagen erhielten. Dann könnten durch selektive Befruchtung wieder Männchen und Weibchen entstehen usf. Nach dieser Theorie wären also sowohl Männchen als Weibchen heterogametisch, gewissermaßen Bastarde.

Heutzutage geht man bei derartigen Erklärungsversuchen wohl allgemein von den Erscheinungen aus, die ein den neuen Gesetzen folgender, „mendelnder“ Bastard bei der Verbindung mit dem einen seiner Eltern zeigt.

Wir wollen zunächst diese Erscheinungen kurz betrachten.

Nehmen wir an, wir hätten eine rotblühende Pflanze mit einer weißblühenden verbunden und einen etwas heller rotblühenden Bastard erhalten. Rot dominiert also über weiß, das rezessiv ist. Wenn dieser Bastard nun seine Keimzellen bildet, erhält nach dem „Spaltungsgesetz“ die Hälfte davon die Anlage für rote, die Hälfte die für weiße Blüten, und zwar jedesmal die Hälfte der männlichen wie der weiblichen Keimzellen. Bei Selbstbestäubung würde ein Viertel der Nachkommen dem rein roten Elter entsprechen und rot blühen, ein Viertel dem rein weißen, rezessiven Elter, also weiß blühen, zwei Viertel aber wieder dem Bastard und etwas heller rot sein als das rote

Elter. Befruchtet man dagegen den Bastard mit dem weißblühenden Elter oder umgekehrt dieses Elter mit dem Bastard, so besteht die Nachkommenschaft zur Hälfte aus heller rot blühenden Pflanzen, die wieder Bastarde sind, zur Hälfte aber aus rein weißen Pflanzen, Denn die Hälfte der Keimzellen des Bastards enthält ja die Anlage für Rot, die Hälfte die für Weiß; in allen Keimzellen des weißen Elters steckt dagegen nur die Anlage für Weiß. Bei der Vereinigung des Bastards mit dem weißen Elter kommt also in der Hälfte der Fälle rot und weiß zusammen und gibt etwas heller rot, in der anderen Hälfte der Fälle aber trifft weiß und weiß zusammen, wobei selbstverständlich weiß herauskommt. Die neuen Bastarde spalten bei der Keimzellbildung natürlich wie die alten nach rot und weiß, die neuentstandenen weißen Pflanzen haben in allen ihren Keimzellen nur die Anlage für weiß, so daß bei der Verbindung der Bastardnachkommen mit den weißblühenden Nachkommen als nächste Generation wieder zur Hälfte heller rot blühende Bastarde, zur Hälfte weißblühende Pflanzen entstehen usf.

In diesen Vorgängen bei der Verbindung eines mendelnden Bastards mit einem seiner Eltern kann man nun ein Schema für die Vorgänge bei der Geschlechtsbestimmung sehen. Man braucht bloß noch folgendes anzunehmen: Die Tendenz, männliche oder weibliche Nachkommen zu geben, sei eine Eigenschaft wie die, rote oder weiße Blüten zu bilden, und die eine Geschlechtstendenz dominiere über die andere, wie rot über weiß dominiert. Wir wollen zunächst die männliche Tendenz über die weibliche dominieren lassen.

Weibchen können nur dann entstehen, wenn beide sich vereinigende Keimzellen die Tendenz für weiblich haben; und die Keimzellen, die von diesen Weibchen gebildet werden, können natürlich alle nur die Tendenz für weiblich besitzen. Die Weibchen sind homogametisch.

Männchen entstehen dann, wenn sich eine weibliche Keimzelle (die stets weibliche Tendenz besitzt) mit einer männlichen Keimzelle mit männlicher Tendenz vereinigt; diese Tendenz dominiert ja, wie wir annahmen, so daß das Produkt männlich wird. Bei der Keimzellbildung tritt aber Spalten ein; die Hälfte der Spermatozoen enthält die männliche, die Hälfte die weibliche Tendenz. Die Männchen sind heterogametisch.

Werden mit diesen zweierlei männlichen Keimzellen die einheitlichen weiblichen befruchtet, so kommt in der Hälfte der Fälle gleiches und gleiches zusammen, weibliche Tendenz mit weiblicher Tendenz, und es entstehen Weibchen; in der anderen Hälfte der Fälle trifft aber ungleiches zusammen, männliche und weibliche Tendenz, und es entstehen Männchen.

Sie brauchen bloß statt rot „männliche Tendenz“, statt weiß „weibliche Tendenz“ zu setzen, so gilt das Rückbastardierungsschema für die Geschlechtsbestimmung.

Wir haben eben angenommen, die männliche Tendenz dominiere über die weibliche; wir können ebensogut die weibliche Tendenz über die männliche dominieren lassen, nur wird dann das weibliche Geschlecht heterogametisch und das männliche homogametisch.

Wenn man die Geschlechtsbestimmung in der geschilderten Weise nach den MENDEL'schen Vererbungsgesetzen vor sich gehen läßt, erklärt sich also ohne weiteres, daß das eine Geschlecht einerlei, das andere zweierlei Keimzellen bildet, daß bei diesem die zweierlei Keimzellen in gleicher Zahl entstehen, und daß das Zahlenverhältnis der Geschlechter annähernd 1 : 1 ist; die spezifischen Abweichungen, daß z. B. oft mehr Männchen als Weibchen gebildet werden, wären dann auf sekundäre Einflüsse zurückzuführen.

Dabei ist freilich nicht zu vergessen, daß es sich bei dem Spalten und Dominieren niemals um die Merkmalskomplexe selbst handeln kann, die die primären und sekundären Geschlechtscharaktere ausmachen; diese sind nach dem, was wir schon gehört haben, sogar in den Keimzellen für beide Geschlechter vertreten. Spalten und Dominieren oder Rezessivsein können nur davon unabhängige Faktoren, die bestimmen, welcher Anlagenkomplex sich entwickelt und die man „Geschlechtsbestimmer“ nennen könnte.

Dieser Gesichtspunkt ist freilich bei den nun zu besprechenden Versuchen, die experimentellen Belege für die Anwendung der Vererbungsgesetze auf unser Problem zu finden, nicht immer berücksichtigt worden.

Wir können diese Versuche in zwei Gruppen bringen. In die eine stellen wir jene, die mit Hilfe der sogenannten „geschlechtsbegrenzten Vererbung“ in das Problem der Geschlechtsbestimmung eindringen wollen, in die andere jene, die hierzu Bastarde zwischen getrenntgeschlechtigen und hermaphroditischen Organismen benützen. Ich berichte über diese letzteren Untersuchungen zuerst.

Sie gingen ursprünglich von folgenden Überlegungen aus. Es sollte die unbekanntere geschlechtliche Tendenz der männlichen und der weiblichen Keimzellen einer getrenntgeschlechtigen Art bestimmt werden. Vereinigen sich die beiderlei Keimzellen miteinander, so kann man aus dem Ergebnis, dem Geschlecht des Embryo, keine Rückschlüsse ziehen. Vereinigen sie sich dagegen mit fremden Keimzellen, deren geschlechtliche Tendenz bekannt ist, so läßt sich aus der Änderung von deren Tendenz, wie sie an den Nachkommen hervortritt, eventuell auf die abändernde Tendenz der getrenntgeschlechtigen Keimzellen schließen, geradeso wie man in dem schon angeführten Falle (S. 682) daraus, daß die Eizellen einer weißblühenden Erbse violettblühende Pflanzen geben, schließen kann, in den befruchtenden männlichen Keimzellen steckten gewisse Anlagen für die Bildung

farbiger Blüten. Solche Keimzellen mit von vornherein bekannter geschlechtlicher Tendenz sind bei den zwittrigen Organismen vorhanden; hier sollen Eizelle und männliche Keimzelle nicht verschiedene Tendenz besitzen, sondern beide dieselbe, die zwittrige. Die Eizelle eines solchen zwittrigen Organismus müßte, künstlich zur parthenogenetischen Entwicklung gebracht, wieder einen zwittrigen (nicht etwa einen weiblichen) Organismus geben, wie sie es bei natürlicher Parthenogenese auch wirklich tut.

Wenn nun die geschlechtliche Tendenz in den Keimzellen einer getrenntgeschlechtigen Art stärker ist als die geschlechtliche Tendenz in den Keimzellen einer zwittrigen, und die beiden Arten lassen sich miteinander bastardieren, so läßt sich aus dem Geschlechte der Bastarde auf die geschlechtliche Tendenz der Keimzellen der getrenntgeschlechtigen Art schließen.

Material dazu hat sich bis jetzt nur im Pflanzenreich finden lassen, und auch da ist es sehr spärlich. Die ersten Versuche wurden mit unseren zwei Zaunrübenarten (*Bryonia dioica* und *Bryonia alba*) angestellt. *Bryonia dioica* ist, wie ihr Name schon sagt, getrenntgeschlechtig; es gibt männliche und weibliche Exemplare. *Bryonia alba* ist „einhäusig“, d. h. es existieren nur einerlei Exemplare, die männliche und weibliche Blüten vereint tragen.

Es lassen sich nun mit diesen Pflanzen viererlei Versuche anstellen.

1. Weibliche Pflanzen der *Bryonia dioica*, bestäubt mit dem Pollen von männlichen Pflanzen derselben Art, geben ungefähr 50% weibliche und 50% männliche Nachkommen, wie zu erwarten ist; alle sind natürlich *Bryonia dioica*.

2. Weibliche Pflanzen der *Bryonia dioica*, bestäubt mit den Pollenkörnern der *Bryonia alba*, geben 100% weibliche Nachkommen, lauter Bastarde (also nicht, wie beim vorigen Versuch, zur Hälfte männliche und zur Hälfte weibliche Pflanzen).

3. *Bryonia alba*, mit eigenem Pollen bestäubt, gibt 100% einhäusige Pflanzen, wie es zu erwarten war. Alle sind natürlich *Bryonia alba*.

4. *Bryonia alba*, bestäubt mit den Pollenkörnern der Männchen von *Bryonia dioica*, gibt 50% männliche und 50% weibliche Nachkommen, alles Bastarde.

Bestäubt man also die Weibchen der getrenntgeschlechtigen Pflanze mit dem Pollen der gemischtgeschlechtigen, so erhält man lauter Weibchen, bestäubt man dagegen die gemischtgeschlechtige Pflanze mit dem Pollen der getrenntgeschlechtigen, so erhält man zur Hälfte Männchen, zur Hälfte Weibchen.

Wie man auch die Versuchsergebnisse deuten will, eines ist sicher: Die Keimzellen der *Bryonia dioica*-Weibchen stimmen unter sich

überein, es gibt ihrer nur einerlei, während es bei den Männchen zweierlei Keimzellen geben muß. Die Weibchen sind homogametisch, die Männchen heterogametisch.

Die ursprüngliche Deutung nahm nun an, die Keimzellen des *Bryonia dioica*-Weibchens hätten alle die Tendenz, wieder Weibchen zu geben, die Keimzellen des *Bryonia dioica*-Männchens dagegen zur Hälfte die, Männchen, zur Hälfte die, Weibchen zu geben. So erklärt sich das Ergebnis der Bastardierungsversuche ohne weiteres; die stets gemischtgeschlechtige Tendenz der Keimzellen der *Bryonia alba* wird jedesmal unterdrückt. Und nehmen wir des weiteren an, die männliche Tendenz dominiere über die weibliche, wenn beide zusammenkommen, so läßt sich auch die Geschlechtsbestimmung bei der *Bryonia dioica* selbst leicht verstehen. Die Weibchen bilden lauter Eizellen mit der weiblichen Tendenz. Die eine Hälfte trifft mit männlichen Keimzellen mit männlicher Tendenz zusammen, und es entstehen infolge der Dominanz der männlichen Tendenz Männchen. Die andere Hälfte der weiblichen Keimzellen wird von männlichen Keimzellen mit weiblicher Tendenz befruchtet und gibt dann natürlich Weibchen. Bei der Keimzellbildung der Männchen spalten die zwei Tendenzen, so daß die Hälfte die dominierende männliche, die Hälfte die unterdrückte weibliche Tendenz erhält; bei der Keimzellbildung der Weibchen entstehen natürlich nur Keimzellen mit weiblicher Tendenz. Damit wären für die Entstehung der nächsten Generation wieder genau dieselben Bedingungen geschaffen, wie für die der vorhergehenden. Die Geschlechtsbestimmung selbst aber entspräche völlig dem Vorgang, der bei der Verbindung eines mendelnden Bastards mit demjenigen seiner Eltern eintritt, das rezessiv ist. Daß es sich dabei um geschlechtsbestimmende Faktoren und nicht um die geschlechtlichen Charaktere selbst handeln muß, haben wir schon betont.

Diese Deutung im einzelnen hat wenig Beifall gefunden; fast jeder, der sich über die Versuche geäußert hat, hat wieder eine neue gegeben, ein Beweis, daß auch diese Erklärungen nicht ohne weiteres befriedigen. Am meisten Widerspruch hat die Annahme gefunden, die beiderlei Keimzellen der gemischtgeschlechtigen *Bryonia alba* hätten dieselbe einhäusige Tendenz, was mir fast selbstverständlich vorgekommen war. Es würde viel zu weit führen, auch nur die wichtigsten Einwände zu besprechen; doch sei angedeutet, daß NOLL und STRASBURGER zwar für die weiblichen Keimzellen auch die weibliche Tendenz annahmen, den männlichen Keimzellen aber allen die männliche Tendenz zugeschrieben haben. Bei der einen Hälfte soll sie jedoch schwächer als die weibliche Tendenz der Eizellen sein, bei der anderen Hälfte stärker. Eizellen, die von einer männlichen Keimzelle ersterer Art befruchtet würden, gäben Weibchen; bei der Befruchtung durch eine Keimzelle der anderen Art entstünden Männchen.

Andere Versuche, die sich in genau derselben Richtung bewegten, haben bis jetzt nur ein sehr spärliches Material gegeben, doch keine Widersprüche. Etwas abweichende, sehr interessante Versuche hat G. H. SHULL angestellt. Er fand bei der Wiesenlichtnelke, *Melandrium*, unter sehr vielen rein männlichen und rein weiblichen Exemplaren auch einige zwittrige, die er in den verschiedenen möglichen Weisen mit den getrenntgeschlechtigen männlichen und weiblichen verband. Wenn er dabei zum Teil Resultate erhielt, die von den mit *Bryonia* erhaltenen abwichen, so ist das durchaus verständlich; eine völlige Übereinstimmung wäre auch ganz unbegreiflich gewesen. Denn SHULLS gemischtgeschlechtige *Melandrium*stöcke gaben bei Selbstbestäubung sowohl gemischtgeschlechtige als weibliche, nicht ausschließlich gemischtgeschlechtige Nachkommen, wie die *Bryonia alba* es tut. Die Keimzellen der *Melandrium*zwittr konnten deshalb auch bei der Vereinigung mit den Keimzellen der getrenntgeschlechtigen Pflanzen gar nicht so reagieren wie die der *Bryonia alba* mit den Keimzellen der *Bryonia dioica*. Die Gemischtgeschlechtigkeit war hier nicht primär wie bei *Bryonia alba*, sondern sekundär, wieder erworben.

Gehen wir nun zu den Versuchen über, bei denen die Vererbungsercheinungen von Merkmalen verfolgt wurden, die in engem Zusammenhang mit einem bestimmten Geschlecht vererbt werden. Es handelt sich dabei zuweilen um Merkmale, die kaum mehr als sekundäre Geschlechtscharaktere bezeichnet werden können. Man spricht dann von „geschlechtsbegrenzter Vererbung“.

Zunächst sei ein besonders einfaches Beispiel für die Art des Zusammenhanges zwischen Geschlecht und solchen Merkmalen vorgeführt. Bei der Dorsetrasse trägt sowohl der Widder als das Schaf Hörner, bei der Suffolkrasse weder der Widder noch das Schaf. Bastardiert man diese beiden Rassen, so erhält man gehörnte Männchen und ungehörnte Weibchen. Die Männchen erhalten also das Merkmal der Dorsetrasse, die Weibchen das der Suffolkrasse. Die Nachkommen dieser Bastarde, untereinander erzeugt, bestehen aus viererlei Tieren; auf drei gehörnte Männchen kommt ein ungehörntes, und auf ein gehörntes Weibchen kommen drei ungehörnte. All das erklärt sich, wie ich im einzelnen nicht ausführen kann, nach den MENDEL'schen Vererbungsgesetzen ganz einfach, wenn wir annehmen dürfen, daß die Entfaltungskraft des Merkmals mit dem Geschlecht im Zusammenhang steht und beim Widder die Behornung, beim Schaf die Hornlosigkeit dominiert.

Es gibt nun eine ganze Anzahl Tiere, bei denen die Weibchen, selten die Männchen, in verschiedenen Formen vorkommen, meist in zwei, zuweilen auch in drei; sie sind dimorph, resp. trimorph. Besonders häufig ist

das bei Schmetterlingen der Fall. So gehören zu dem einförmigen Männchen des exotischen *Papilio Memnon* dreierlei Weibchen, die in Form und Farbe ganz auffällig untereinander und vom Männchen verschieden sind und deren Vererbungserscheinungen DE MEYERE auf die MENDEL'schen Gesetze zurückführen konnte.

Der erste derartige Fall ist beim Stachelbeerspanner, *Abra xas grossulariata*, eingehend von DONCASTER untersucht worden. Die Männchen sind hier alle gleich, die Weibchen haben zumeist auch dieselbe Färbung wie die Männchen, zuweilen aber ein viel helleres Kleid. Diese blassen Weibchen bilden die Varietät *lacticolor*. Das *Lacticolor*weibchen gibt mit dem typischen Männchen Nachkommen, die alle typisch gefärbt und natürlich zur Hälfte männlich, zur Hälfte weiblich sind. Ihre Nachkommenschaft besteht aus lauter typischen Männchen und aus Weibchen, von denen die Hälfte typisch gefärbt, die Hälfte *lacticolor* ist. Verbindet man dagegen Männchen dieser Bastarde wieder mit *Lacticolor*weibchen, so erhält man viererlei Tiere: Männchen und Weibchen, von denen jedesmal etwa die Hälfte die typische Farbe hat, während die andere Hälfte *lacticolor* ist; jetzt sind also auch *Lacticolor*männchen vorhanden. Diese neuen *Lacticolor*männchen geben aber mit den Weibchen der ersten Bastardgeneration nur typische Männchen und *Lacticolor*weibchen. Aus diesen Tatsachen hat man geschlossen, daß die *Abra xas*weibchen heterogametisch sind, also Eier teils mit männlicher, teils mit weiblicher Tendenz hervorbringen, während die Männchen nur einerlei Spermatozoen mit männlicher Tendenz produzieren, also homogametisch sind. Der Stachelbeerspanner verhält sich also gerade umgekehrt wie die früher besprochene Zaunrübe, denn diesmal entstehen die Weibchen, gewissermaßen als Bastarde, bei der Vereinigung von Keimzellen mit verschiedener Tendenz, wobei die weibliche Tendenz dominiert, und sie können durch Spalten bei der Keimbildung wieder die zweierlei Eier hervorbringen.

Zu dem gleichen Schlusse hinsichtlich der doppelten Natur der Eizellen haben Versuche mit Hühnern und Kanarienvögeln geführt, während MORGAN für die Taufliege *Drosophila* ein Verhalten annimmt, wie wir es bei der *Bryonia* gefunden haben: einerlei Eier und zweierlei Spermatozoiden.

In jüngster Zeit ist endlich R. GOLDSCHMIDT mit eingehenden Versuchen über den Schwammspinner *Lymantria dispar* und seine japanische Varietät hervorgetreten. Hier sind Männchen und Weibchen ebenfalls äußerlich sehr verschieden, und die der Varietät *japonica* unterscheiden sich ihrerseits wieder von denen der gewöhnlichen Form. Das *Japonica*weibchen gibt nun mit dem *Dispar*männchen Bastarde, die in normaler Weise teils Männchen, teils Weibchen sind und in ihrem Aussehen zwischen den Eltern vermitteln. Das *Dispar*weibchen aber gibt mit dem *Japonica*männchen

zweierlei Nachkommen, zur Hälfte normale Bastardmännchen, wie sie auch bei der umgekehrten Verbindung entstehen, zur Hälfte aber Weibchen, die äußerlich alle mehr oder weniger den Bastardmännchen gleichen, „gynandromorph“ sind. So sieht also hier die ganze Nachkommenschaft wie Männchen aus, besteht aber zur Hälfte doch aus innerlich echten Weibchen. Bei Inzucht geben beiderlei Bastarde zur Hälfte Männchen, die alle normal sind, zur Hälfte Weibchen, von denen $\frac{5}{8}$ normal, $\frac{3}{8}$ wieder gynandromorph sind. Auf weitere Ergebnisse und auf die Einzelheiten der Deutung kann ich mit Hinsicht auf die knappe Zeit nicht eingehen. Es wird wohl genügen, wenn ich Ihnen sage, daß auch R. GOLDSCHMIDT zu der Überzeugung gekommen ist, daß das eine Geschlecht, die Männchen, homogametisch, das andere, die Weibchen, heterogametisch ist, und daß der Vorgang der Geschlechtsbestimmung im Prinzip verlaufe wie die Rückkreuzung eines mendelnden Bastards mit seinem einen Elter. Das wesentlich Neue an GOLDSCHMIDT'S Untersuchungen liegt darin, daß sie ihn zu der Annahme geführt haben, daß die männliche Tendenz zwar an und für sich über die weibliche dominiere, daß sie aber, wenn ihr die weiblichen Anlagen doppelt entgegen treten, von diesen letzteren unterdrückt werde.

IV.

Ich muß zum Schlusse eilen.

Die experimentellen wie die zytologischen Untersuchungen des letzten Jahrzehnts haben es wahrscheinlich gemacht, daß bei den getrenntgeschlechtigen Wesen, Tieren und höheren Pflanzen schon die Keimzellen eine bestimmte sexuelle Tendenz besitzen, und zwar so, daß das eine Geschlecht homogametisch ist, d. h. nur einerlei Keimzellen bildet, während das andere Geschlecht heterogametisch ist, d. h. zweierlei Keimzellen hervorbringt. Im einzelnen ist wohl bald das männliche, bald das weibliche Geschlecht heterogametisch.

Entweder stimmt nun die Tendenz der Keimzelle jedesmal mit dem Geschlecht des Individuums überein, das sie hervorbringt, und die zweierlei Keimzellen der heterogametischen Individuen unterscheiden sich dann nur in der Stärke dieser ihrer Tendenz. Oder, was wahrscheinlicher ist oder häufiger vorkommt: das homogametische Geschlecht bildet Keimzellen, die alle mit ihm in ihrer Tendenz übereinstimmen, das heterogametische Geschlecht aber zur Hälfte Keimzellen, die seine Tendenz besitzen, zur Hälfte Keimzellen mit der entgegengesetzten Tendenz, also der des homogametischen Geschlechtes.

Die Bestimmung des Geschlechtes des Embryos würde dann bei der Befruchtung und so zustandekommen: Die eine Art Keimzellen des hetero-

gametischen Geschlechtes dominiert mit ihrer Tendenz über die Tendenz der Keimzellen des homogametischen Geschlechtes, und es entsteht das heterogametische Geschlecht aufs neue. Die andere Art Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes hat dieselbe Tendenz wie die Keimzellen des homogametischen Geschlechtes und gibt wieder dieses Geschlecht.

Es ist wohl kaum daran zu zweifeln, daß es sich dabei um Vorgänge handelt, die den MENDEL'schen Vererbungsgesetzen folgen, daß speziell die zweierlei Keimzellen durch das Spalten der Tendenzen während der Reduktionsteilung zustandekommen, wenn auch im einzelnen noch sehr viel unklar ist. Dabei ist nie außer acht zu lassen, daß es sich nicht um die Anlagen für die primären und sekundären Geschlechtscharaktere selbst handeln kann, sondern nur um die Faktoren, von denen die größere oder geringere Entfaltungsfähigkeit des einen oder anderen Merkmalkomplexes abhängt, um das, worauf die „Tendenz“ beruht, resp. um „Geschlechtsbestimmer“.

Die Geschlechtsbestimmung ist also ein komplizierter Vorgang, er zerfällt in mehrere Phasen. Zunächst handelt es sich um die Bestimmung der Tendenz der Keimzellen. Das ist nach allem, was wir wissen, ein Vererbungsvorgang, und insofern können wir sagen: Das Geschlecht wird vererbt. Dann fällt erst beim Zusammentreffen der Keimzellen bei der Befruchtung die Entscheidung über das Geschlecht des Embryo. Sie hängt von der im allgemeinen von vornherein festgelegten Stärke der zusammentreffenden Tendenzen ab; zuweilen scheint diese Stärke wirklich veränderbar zu sein, theoretisch ist sie es stets. Die Entscheidung ist meist definitiv; nur selten läßt sich, z. B. unter dem Einfluß von Parasiten, die theoretisch ebenfalls stets denkbare nachträgliche Änderung des Geschlechtes wirklich beobachten. — Wieder ganz andere Vorgänge entscheiden bei einem gemischtgeschlechtigen Wesen, welches Geschlecht eine Organanlage bekommt, ob z. B. bei einem einhäusigen Gewächs eine einzelne Blüte (bei einem zwittrigen ein Sporophyll) männlich oder weiblich wird.

Welche Tendenz die einzelne Keimzelle des heterogametischen Geschlechtes erhält, und welche Tendenzen bei der einzelnen Befruchtung zusammentreffen, entscheidet jedesmal der Zufall: er bestimmt also im wesentlichen: männlich oder weiblich. Daß das Geschlechtsverhältnis nicht genau 1 : 1 ist, sondern in einer für die Spezies oder Rasse charakteristischen Weise zugunsten des einen oder anderen Geschlechtes verschoben wird, hängt wohl (vielleicht mit Ausnahmen) erst von sekundären Einflüssen ab, die von der Keimzellbildung an bis zur Geburt des neuen Organismus wirken können, z. B. von einer ungleichen Resistenz der Keimzellen oder Embryonen gegen schädliche Einflüsse.

Darüber wissen wir besonders wenig. Und doch scheint mir die genaue Kenntnis der hierbei wirksamen Faktoren noch am ehesten einen Weg öffnen zu können, auf dem wir vielleicht später einmal lernen werden, das Geschlecht bis zu einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit willkürlich voraus zu bestimmen.

Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse sind die Chancen wenigstens sehr gering, daß wir auf einem anderen Wege jemals soweit kommen werden. Möglich ist ja auch noch, daß das weibliche Geschlecht heterogametisch wäre, und die Reifung der Eizellen mit männlicher und mit weiblicher Tendenz in bestimmtem Wechsel erfolgte, etwa so, wie das O. SCHÖNER jüngerst angenommen hat. Wahrscheinlich ist eine solche Reihenfolge aber durchaus nicht; alles spricht vielmehr dafür, daß, wenn überhaupt das weibliche Geschlecht heterogametisch ist, nur der Zufall entscheidet, ob das ausgestoßene Ei vorher (bei der Reifeteilung) die eine oder die andere Tendenz erhalten hat; und damit wäre in unserem speziellen Falle schon bestimmt, ob das Kind dem einen oder dem anderen Geschlechte angehören wird.

Es ist ja auch gar kein Grund einzusehen, warum ein komplizierter Wechsel zwischen Eiern von verschiedener Tendenz vorhanden sein sollte, der einen noch viel komplizierteren regulierenden Mechanismus voraussetzen würde, wenn der Zufall allein bei einem relativ einfachen Mechanismus zu demselben Resultat, der Bildung von annähernd gleichviel männlichen und weiblichen Nachkommen, führt. Etwa gar deshalb, damit der Mensch die Geschlechtsbestimmung ganz in seine Hände bekommt? Die Schwierigkeit, die spezifischen Abweichungen vom Geschlechtsverhältnis 1 : 1 zu erklären, bleibt in beiden Fällen die gleiche.

Ängstliche Gemüter, die von der Entdeckung der völlig willkürlichen Geschlechtsbestimmung den Umsturz der Weltordnung erwarten — ich gehöre nicht dazu —, glaube ich trösten zu dürfen: die Einblicke, die wir in der letzten Zeit in das Wesen der Geschlechtsbestimmung tun durften, haben uns diesem Ziel nicht genähert, sondern entschieden von ihm entfernt. Prophezeien ist eine heikle Sache, aber es könnte sein, daß wir über kurz oder lang vollen Einblick haben und dann beweisen könnten, daß die sichere Bestimmung des Geschlechtes beim Menschen nach unserem Wunsche praktisch ebenso unmöglich ist, wie die Quadratur des Zirkels oder das Perpetuum mobile es theoretisch sind.

34. Sordago, eine nach den MENDEL'schen Gesetzen vererbte Blattkrankheit.

Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte 2. Teil,
1. Hälfte, S. 250—252. 1912.

In meinen Kulturen von *Mirabilis Jalapa* treten seit Jahren Individuen auf, die in eigentümlicher, sehr auffälliger Weise von den normalen Pflanzen abweichen. Alle Blätter werden bei ihnen nach und nach, von der Spitze her, auf der Oberseite fein hellbraun gefleckt oder besser gesprenkelt, die ältesten Blätter zuerst, die jüngsten zuletzt; ebenso auch die Hüllkelche. Den Flecken entsprechen deutliche, wenn auch seichte Vertiefungen; sie können schließlich mehr oder weniger miteinander verschmelzen. Über den stärkeren Blattnerven und entlang ihnen bleibt das Gewebe aber bis zuletzt normal. Die Blattunterseite ist meist völlig unverändert, so daß an ihr fleckige und normale Blätter nicht unterschieden werden können. Ferner rollen sich die Blätter vom Rande her etwas ein, bleiben aber so lange am Leben wie unveränderte; die ganzen Pflanzen stehen jedoch im Wuchs, nach Höhe und Gewicht, hinter den normalen zurück, und das für die betreffende Sippe charakteristische Grün ist heller und für den Blick aus der Ferne schmutzig geworden. Ich habe die Pflanzen deshalb in meinen Notizen „sordida“ genannt; diese Bezeichnung soll hier beibehalten werden und die Erscheinung selbst Sordago heißen. Die Stöcke sehen aus, als wenn sie verstaubt und von Ungeziefer, etwa von Milben, befallen worden wären. So deutete ich auch zunächst die Erscheinung, doch waren Schädlinge nie nachzuweisen.

Eine nähere Untersuchung zeigte nun sofort, daß diese Sordago erblich war und den Mendel'schen Gesetzen folgte. Einstweilen mögen folgende Angaben genügen.

Traten sordidae und normale Pflanzen in der durch Selbstbefruchtung erzielten Nachkommenschaft einer normalen Pflanze auf, so ließ sich leicht feststellen, daß etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtzahl sordidae waren, $\frac{3}{4}$ aber normal. Die sordidae gaben ferner bei Selbstbestäubung ausnahmslos nur ihresgleichen; von ihren normalen Geschwisterpflanzen brachte $\frac{1}{3}$ nur normale Nachkommen hervor; die anderen $\frac{2}{3}$ dagegen wieder je eine sordida auf drei normale usw. Es handelte sich also um typische Monohybriden; das sordida - Merkmal ist durch eine einzige Anlage, ein Gen, bedingt und gegen-

über der normalen Blattbeschaffenheit rezessiv, und zwar so vollständig, daß ich, zurzeit wenigstens, die Heterozygoten und Homozygoten nicht sicher unterscheiden kann.

Die Sordago kann bei allen Sippen der *Mirabilis Jalapa*, die sich durch ihren Chlorophyllgehalt unterscheiden, vorkommen, also nicht nur bei der dunkelgrünen f. *typica* sondern auch bei der hellgelbgrünen f. *chlorina* und der hell- und dunkelgrün gescheckten f. *variegata*. Sie ist aber bei der f. *typica* am auffälligsten, wahrscheinlich nur deshalb, weil die hellbraunen Flecken sich von dem dunkelgrünen Grunde deutlicher abheben.

Die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der braunen Flecken lieferte folgendes Ergebnis. Das Mesophyll des normalen Blattes besteht aus etwa (5 bis) 6 Zellschichten, von denen die oberste, zuweilen auch noch die zweite, als typische Pallisaden ausgebildet ist. Die Flecken kommen durch eine ganz charakteristische Erkrankung der Pallisaden zustande, die zu ihrem Absterben führt. Einzelne dieser Zellen fangen an, ohne Längenzunahme tonnenförmig anzuschwellen, einzelne bis zur dreifachen Dicke. Dabei biegen und drücken sie ihre Nachbarpallisaden zusammen, so daß diese auf dem Blattquerschnitt zuletzt nur noch als feine I-förmige Streifen nachweisbar sind, auf dem Flächenschnitt dagegen als drei- und viereckige Zwickel. Bei der letzteren Schnittrichtung sieht das Bild etwas einem Querschnitt durch Eckenkollenchym ähnlich; an die Stelle des Lumens der Kollenchymzellen treten die angeschwollenen Pallisaden, an die Stelle der Eckenverdickungen die zusammengepreßten Pallisaden. Bei Zusatz von Jodjodkalium färbt sich der Inhalt der zerdrückten Zellen schwarzblau bis dunkelbraun, infolge der Anwesenheit von Stärke, die zunächst die normale Reaktion gibt, später verändert sein dürfte. Die zerdrückten Zellen treten dann besonders deutlich hervor.

In den angeschwollenen Pallisadenzellen stellen sich ziemlich oft zwei oder drei Querwände ein, schließlich gehen sie aber auch zugrunde; ihr Turgor verliert sich, und sie sinken der Längsrichtung nach mit den dazwischen liegenden zerdrückten Zellen und der Epidermis blasebalgähnlich zusammen. Die zunächst noch gesunden Epidermiszellen sind inzwischen auch abgestorben. Dann ist der lichtbraune, eingesenkte Fleck fertig; die Farbe beruht auf der Bräunung des Zellinhaltes zusammen mit dem Luftgehalt des abgestorbenen Gewebes.

Über das Pallisadengewebe hinaus, ins Schwammparenchym, erstreckt sich die Veränderung nur selten; daher ist, wie wir schon sahen, die Unterseite der Sordida - Blätter fast immer normal, und die strenge Lokalisation auf die Pallisaden erklärt auch, warum die Flecken nicht am Stengel und auf dem sogenannten „Anthokarp“ auftreten, das aus der Basis des Perigons entsteht.

Aus dem Mitgeteilten — das ich noch zu ergänzen beabsichtige — ergibt sich, daß die Sordago eine wirkliche Krankheit ist, die vererbt wird. Es ist mir auch keine andere Pflanzenkrankheit bekannt, die ein ähnliches Bild lieferte. „Ansteckend“ bzw. übertragbar ist sie nicht; das geht ohne weiteres daraus hervor, daß sie den MENDEL'schen Vererbungsgesetzen folgt. Eine weitere Möglichkeit, daß es sich nur um die Vererbung einer Krankheitsdisposition handelte, und die Krankheit selbst durch eine Neuinfektion bei jedem Individuum hervorgerufen würde, ist auch auszuschließen, schon deshalb, weil nie irgendein Krankheitserreger zu finden war.

Die Tatsachen scheinen mir in verschiedener Hinsicht von Interesse; an und für sich das Krankheitsbild, dann die Vererbung nach den MENDEL'schen Gesetzen und endlich, daß der krankhafte Zustand rezessiv ist und nicht, wie es sonst fast ausnahmslos bei erblichen Krankheiten der Fall ist, dominiert. Das Verhalten steht im Gegensatz zu dem, was nach der sogenannten Presence- and Absence-Hypothese zu verlangen ist, und zeigt, daß sie zum mindesten keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann. Das soll in der ausführlichen Mitteilung des Näheren gezeigt werden.

35. Eine mendelnde, kälteempfindliche Sippe (*f. delicata*) der *Mirabilis Jalapa*.

Mit 1 Abbildung im Text.

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre Bd. 10. H. 1 u. 2,
S. 130—135. 1913.

(Eingegangen am 21. April 1913.)

Es war mir schon in früheren Jahren bei meinen *Mirabilis*-Kulturen wiederholt aufgefallen, daß einzelne Individuen in manchen Sätzen, und manche Sätze in einem ganzen Felde besonders empfindlich waren gegenüber den ersten starken Temperaturabfällen, wie sie in Leipzig sowohl wie in Münster um die Mitte des September aufzutreten pflegen. Aber erst im September 1911 bin ich dem Verhalten genauer nachgegangen.

Mirabilis Jalapa erträgt unseren Winter überhaupt nicht; die ersten stärkeren Fröste töten die oberirdischen Teile der Stauden, und die rübenförmigen Wurzelknollen erfrieren dann später.

Von einem Satze, der 56 Individuen umfaßte, die alle von derselben Pflanze (Nr. 2734) durch Selbstbestäubung abstammten, waren bei der Untersuchung am 21. September 1911 14 Pflanzen deutlich teilweise erfroren, während die übrigen 42 noch gar nicht gelitten hatten. Das Versuchsfeld war vorher längere Zeit nicht untersucht worden; die Schädigung konnte also auch früher eingetreten sein. Sie geschah so gut wie sicher schon am 16. oder 17. September, an welchen Tagen das Temperaturminimum nur 4,8° C und 4,7° C gewesen war, während es vorher nie unter 7° C und an den folgenden Tagen wieder 9,3°, 9,6° und 10,3° C betragen hatte¹⁾.

Die beschädigten Pflanzen standen regellos verteilt unter den intakten, mit mehr oder weniger stark braunfleckigen oder ganz braunen, kraus vertrocknenden Blättern. Es war das typische Bild der Frostwirkung, wenn die Schädigung auch wohl über 0° eingetreten war²⁾; die mikroskopische

¹⁾ Diese Angaben verdanke ich der kgl. Preussischen Meteorologischen Station in Berlin; sie sind auf der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Münster, etwa 2½ km von meinem Versuchsgarten entfernt, ermittelt worden. In letzterem kann die Temperatur wohl noch etwas niedriger gewesen sein.

²⁾ Es handelt sich also nicht um ein Erfrieren, sondern um ein „Erkälten“ (MÖBIUS, Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. 25, S. 67). Wieweit durch Strahlung die Temperatur der *Mirabilis*-Pflanzen etwa unter die des Minimumthermometers abgekühlt sein konnte, ließ sich nachträglich nicht feststellen.

Untersuchung ergab das Fehlen irgendwelcher Pilze. — Der Unterschied zwischen den beiderlei Pflanzen, den geschädigten und den intakten, blieb auch weiterhin deutlich; immer hatten die 14 stärker gelitten. Als endlich die normalen Pflanzen auch erfroren waren, hatten die empfindlichen schon fast alle Blätter verloren gehabt, ja die Stengel waren oft schon in die einzelnen Internodien zerfallen.

Fig. 1 zeigt je einen Ast einer normalen und einer empfindlichen Pflanze, zu einer Zeit photographiert, wo die normale noch gar nicht gelitten hatte.

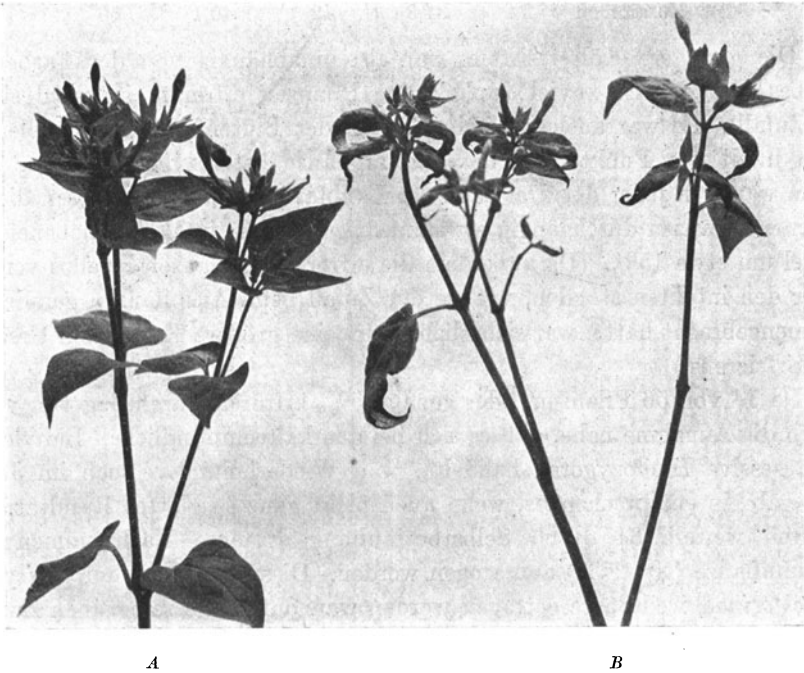


Fig. 1. *Mirabilis Jalapa typica* (A) und *f. delicata* (B), Schwesterpflanzen, einige Zeit nach der ersten Abkühlung photographiert.

Da die Stammpflanze (Nr. 2734) ein Bastard zwischen den Sippen *variegata* (dominierend) und *chlorina* (rezessiv) war und einige typisch dunkelgrüne Äste getragen hatte, war es erklärlich, daß ihre Nachkommenschaft aus 10 reingrünen, 37 *variegata*- und 9 *chlorina*-Individuen bestand¹⁾. Wieviel davon am 21. September erfroren waren, gibt die nachstehende kleine

¹⁾ Vgl. dazu: C. CORRENS, Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa* usw. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **1** (1909) S. 291 u. f., G. A. 30, 613, ferner: Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum usw. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. **28**, (1910) S. 418 u. f., G. A. 32, 657.

Tabelle an, in die auch gleich die durchschnittliche Höhe der Individuen in den verschiedenen Klassen, in cm über dem Boden, aufgenommen wurde¹⁾.

Tabelle I.

Laubfarbe	Es waren erfroren	durchschn. Höhe in cm	Es hatten widerstanden	durchschn. Höhe in cm	zusammen
dunkelgrün . . .	4	36,8	6	39,7	10
<i>variegata</i>	8	34,8	29	40,4	37
<i>chlorina</i>	2	31,5	7	43,1	9
Zusammen	14	34,8	42	40,1	56

Die geringere Kälteresistenz war also unabhängig von der Farbe des Laubes (daß relativ zuviel dunkelgrüne Pflanzen erfroren, ist wohl sicher ein Zufall). Es war auch gar kein Einfluß der Blütenfarbe festzustellen — auch in diesem Punkte war die Stammpflanze heterozygot gewesen. Dagegen waren in jeder der drei nach der Laubfarbe gebildeten Klassen die erfrorenen Pflanzen durchgängig etwas niedriger als die intakt gebliebenen, im Mittel um etwa 15%. (Da außerdem die erfrorenen Pflanzen regellos verteilt unter den intakten standen, wie sie der Zufall beim Auspflanzen gerade zusammengebracht hatte, war sicherlich nicht eine größere Exposition Ursache des Erfrierens.)

Da 14 von 56 Pflanzen, oder genau 25%, erfroren waren, lag von vornherein die Annahme nahe, daß es sich bei den kälteempfindlichen Individuen um rezessive Homozygoten handelte. Ein Wiederholungsversuch im Jahre 1912 gab ein entsprechendes, wenn auch nicht ganz so glattes Resultat. Es konnten weitere 34 durch Selbstbestäubung erzeugte Nachkommen der Stammpflanze (Nr. 2734) aufgezogen werden. Diesmal gab es nur *variegatae* und *chlorinae*, weil Sorge getragen worden war, daß keine reingrünen Zweige mit in die Säcke eingeschlossen wurden. Bei der Revision am Morgen des 26. August 1912 waren davon 7 erfroren, also 21%, von den 28 *variegatae* 6, von den 6 *chlorinae* nur eine. Auch diesmal waren die Kulturen längere Zeit (seit dem 17. August) nicht revidiert worden; es ist wahrscheinlich, daß die

¹⁾ Die einzelnen Messungen (in cm) sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

resistent							kälteempfindend			
grün		<i>variegata</i>				<i>chlor.</i>	grün	<i>variegata</i>	<i>chlor.</i>	
56	56	50	43	39	30	51	51	43	33	39
53	55	49	42	39	28	49	44	42	32	24
51	54	46	41	39	25	45	33	41	31	—
40	54	45	41	37	16	41	19	34	22	—
22	52	44	40	34	13	40	—	—	—	—
16	51	44	40	34	—	36	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—

Beschädigung am 20. und 21. August eingetreten war, an welchen Tagen das Temperaturminimum 4,0 und 3,3° C betragen hatte, während es an den 4 vorhergehenden Tagen 8,0; 11,3; 9,8 und 8,5° C gewesen war und an den vier folgenden 6,5; 7,5; 7,4 und 6,1° C betrug¹).

1911 waren nun von den 56 Pflanzen des eingangs erwähnten Versuches 7 zur Samenbildung durch Selbstbestäubung gesäckt worden, und zwar Mitte August, als das verschiedene Verhalten der Individuen noch nicht erkennbar war. Zufälligerweise war nur eine kälteempfindliche darunter. Die verschiedene Resistenz der Nachkommen wurde am 26. August 1912 (gleichzeitig mit derjenigen der Pflanzen des eben erwähnten Wiederholungsversuches) festgestellt; das Ergebnis ist in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2.

Vers.- Nr.	Eltern			Nachkommen					
	Pflanze	Typus	Laub- farbe	Gesamt- zahl	davon empfindl.	in %	nach der Blattfarbe		
							grün	var.	chlor.
12233	A	empfindlich	grün	4	4	100	4	—	—
12234	B	resistent	var.	42	13	31	3	27	12
12235	C	„	var.	39	—	—	4	39	6
12236	D	„	grün	36	8	22	36	—	—
12237	E	„	grün	26	7	27	20	5	1
12238	F	„	grün	51	10	19	51	—	—
12239	G	„	var.	42	—	—	8	28	6

Die kälteempfindliche Pflanze (A) hatte also lauter empfindliche Nachkommen gegeben, freilich insgesamt nur 4; sie war folglich homozygotisch (und rezessiv) gewesen. Von den 6 resistenten Pflanzen hatten 2 (C, G) nur widerstandsfähige Nachkommen hervorgebracht, zusammen 81, sie waren also auch homozygotisch (aber dominierend) gewesen. 4 (B, D, E, F) gaben dagegen sowohl resistente als kälteempfindliche Nachkommen, und zwar von diesen letzteren 31, 22, 27 und 19%, im Mittel 24,52% (155 Nachkommen, davon 38 kälteempfindlich), sie waren also Heterozygoten. Man beachte auch, daß, freilich bei der kleinen Zahl nur zufällig, die Heterozygoten (4) genau doppelt so zahlreich waren als die dominierenden Homozygoten (2). Es war mir einstweilen nicht möglich, diese beiden Individuenklassen sicher äußerlich zu unterscheiden, obwohl Anzeichen vorhanden sind, daß die Dominanz doch nicht ganz vollständig ist, und die Heterozygoten sich stärkerer Abkühlung gegenüber doch etwas empfindlicher zeigen als die widerstandsfähigen Homozygoten.

¹) Diese Angaben verdanke ich direkt der Landwirtschaftlichen Versuchstation zu Münster.

Nach all' dem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Stammpflanze der Versuchsreihe (2734) ein Bastard zwischen einer normalen, d. h. resistenten, und einer kälteempfindlichen Sippe, die wir *f. delicata* nennen wollen, war, und zwar eine einfache, mendelnde Monohybride mit dem Merkmalspaar resistent (dominierend) — kälteempfindlich (rezessiv). Die entsprechenden zwei Sippen haben wir isolieren können. Es steht nichts im Wege, mit der Presence- und Absencehypothese bei der resistenten Sippe ein Gen anzunehmen, dessen Fehlen die empfindliche Sippe zu dem macht, was sie ist.

Außer der Kälteempfindlichkeit ist für die *delicata*-Sippe eine auffallende Unfruchtbarkeit charakteristisch. Sie spricht sich in der Tabelle 2 deutlich aus. Von den 7 Pflanzen A—G waren seinerzeit am selben Tag (17. August 1911) annähernd gleich große Äste gesäckt worden, nachdem alle offenen Blüten und die schon vorhandenen jüngeren und älteren Früchte entfernt worden waren. Das *delicata*-Individuum A gab dann noch 4 keimfähige Früchte, die 6 resistenten, B—G dagegen im Durchschnitt je 39, fast 10 mal mehr (Max. 42, Min. 26). Das ist aber wohl nur eine direkte Wirkung der Kälteempfindlichkeit und beruht auf einer frühzeitiger eintretenden Hemmung oder Schädigung der Blüten- und Fruchtentwicklung. Auch die schon erwähnte (S. 700) durchschnittlich geringere Größe der *delicata*-Pflanzen dürfte mit der Kälteempfindlichkeit insofern direkt zusammenhängen als das Wachstumsoptimum für sie etwas höher liegen dürfte als für die resistenten Pflanzen, und unser Klima deshalb, schon vor dem Eintreten des ersten Temperatursturzes, für die Entwicklung der resistenten Sippe geeigneter sein wird. Hierzu ist noch manches zu untersuchen.

Beobachtungen, welche mit den eben mitgeteilten in Beziehung stehen, liegen, soviel ich weiß, nur von NILSSON-EHLE vor, der die „Winterfestigkeit“ des Weizens, d. h. die nach Sippen verschiedene Fähigkeit, größere Winterkälte unbeschädigt zu überstehen, untersucht hat¹⁾. Er konnte zeigen, daß es sich dabei um eine Eigenschaft handelt, die von mehreren mendelnden Faktoren bedingt wird, deren Anzahl und spezifische Wirkung aber noch nicht bekannt sind. Die Unterschiede zwischen den Sippen treten nur nach härteren Wintern auffallend hervor und lassen sich nur schwer exakt zahlenmäßig fassen. Neben diesen auch durch ihre praktische Bedeutung besonders wichtigen Befunden dürften die Beobachtungen an der *f. delicata* der *Mirabilis Jalapa* in ihrer Einfachheit doch einen eigenen Wert, den eines Paradigmas, besitzen.

¹⁾ NILSSON-EHLE, Zur Kenntnis der Erbliehkeitsverhältnisse der Eigenschaft Winterfestigkeit beim Weizen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1 (1912) S. 3 u. f. Dort finden sich auch die früheren bis 1901 zurückgehenden einschlägigen Mitteilungen NILSSON-EHLE's zitiert.

36. Geschlechterverteilung und Geschlechtsbestimmung bei Pflanzen.

Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. 4, S. 975—989. 1913.

Einleitung. A. Geschlechterverteilung. 1. Kormophyten. a. Angiospermen. b. Gymnospermen. c. Farnpflanzen. d. Moose. 2. Thallophyten. a. Formenkreise mit ausgesprochenem Generationswechsel. b. Formenkreise ohne ausgesprochenem Generationswechsel. a) Algen. β) Pilze. — Terminologisches. — Dichogamie. B. Geschlechtsbestimmung. 1. Geschlechtsvererbung. a. Blütenpflanzen. a) Getrenntgeschlechtige Arten (Diöcisten). β) Polyöcische Arten. b. Uebrige Kormophyten (mit Anschluß der vorausgenommenen Blütenpflanzen). c. Thallophyten. 2. Geschlechtsbeeinflussung.

Einleitung.

Geschlechtlich nennen wir jede Vereinigung von Kernen, mit oder ohne vorangehende oder begleitende Verschmelzung von Zellplasma, wenn auf sie früher oder später eine Reduktionsteilung folgt, durch die die verdoppelte Chromosomenzahl wieder auf die Hälfte herabgesetzt wird. Sie umschließt also sowohl die Amphimixis als die Pseudomixis WINKLER'S (vgl. den Artikel „Fortpflanzung“), die wir nur als Unterabteilung gelten lassen, weil das Merkmal des Ersatzes der normalen geschlechtlichen Fortpflanzung, das für die Pseudomixis charakteristisch ist, sich praktisch nicht immer erkennen läßt und überhaupt erst in zweiter Linie in Betracht kommen dürfte.

Die bei der geschlechtlichen Fortpflanzung sich vereinigenden zwei Zellen oder Kerne nennen wir Gameten. Gewöhnlich ist ein deutlicher Unterschied zwischen ihnen vorhanden. Der eine Gamet ist dann durch bedeutendere Größe und geringere oder fehlende Beweglichkeit charakterisiert, wir nennen ihn weiblich. Der andere Gamet, von geringerer Größe und gesteigerter aktiver Beweglichkeit oder passiver Transportfähigkeit, heißt männlich. Wie allbekannt, hat man diesen äußeren Unterschied der Gameten als sekundär erworben anzusehen, und es verbinden alle möglichen Übergangsstufen solche Gameten, die in typischer Weise männlich und weiblich ausgebildet sind, mit ihrer phylogenetischen Grundform, den äußerlich ununterscheidbaren Isogameten, seien es nun kopulierende, wie sie 1869

PRINGSHEIM bei *Pandorina* entdeckt hat, seien es konjugierende, deren Vereinigung VAUCHER schon 1803 bei *Spirogyra* als Sexualakt ansprach.

Ob zwei sich vereinigende äußerlich völlig ununterscheidbare Gameten wirklich ganz identisch sein können, oder ob sie auch dann immer noch innerlich verschieden sind, dürfte zurzeit nicht feststellbar sein; wahrscheinlicher ist die letztere Annahme. Die Tatsache, daß sich (bei *Acetabularia*) mehr als zwei Isogameten zur Bildung einer Zygote vereinigen können, spricht nicht dagegen, denn wir finden das auch gelegentlich bei deutlicher geschlechtlicher Differenzierung der Gameten (*Spirogyra*). Sicher ist, daß zuweilen wohl ein äußerlicher sexueller Unterschied nachweisbar ist, der sich jedoch nicht in das Schema männlich-weiblich fügt (manche *Mucorineen*), und daß in anderen Fällen sich nicht einmal ein solcher Unterschied nachweisen läßt, obschon die Gameten, und die sie bildenden Individuen, doch irgendwie verschieden sein müssen (*Dasycladus*).

Man kann nun die Behälter, in denen nur männliche oder nur weibliche Gameten gebildet werden, auch männlich und weiblich nennen und diese Bezeichnung auf ganze Organe, ganze Generationen und ganze Individuen übertragen. Mit abnehmender Schärfe des Unterschiedes zwischen den Gameten steigen natürlich die Schwierigkeiten einer solchen Bezeichnung, und beim Extrem (wenn z. B. die Geschlechter nur daran erkannt werden können, ob sich die Gameten des einen Individuums mit denen eines anderen vereinigen können oder nicht) hat man die Bezeichnung + und — zur Unterscheidung anwenden müssen.

Das verschiedenartige Vorkommen der Gameten bei den Individuen einer Spezies beschreibt die Geschlechterverteilung. Die Fälle von *Pseudomixis* lassen wir außer Betracht, da hier von vornherein feststeht, daß nur Teile desselben Individuums dabei eine Rolle spielen. Dagegen haben wir noch die Frage, wie das Geschlecht eines ganzen Individuums, eines Organs, eines Gameten, entschieden wird, kurz das Problem der Geschlechtsbestimmung zu erörtern.

A. Geschlechterverteilung.

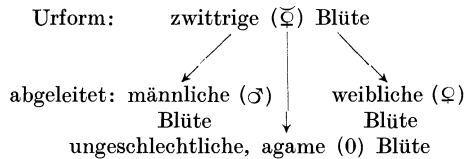
Da die gebräuchliche Terminologie zuerst für die höchststehenden Pflanzen, die Blütenpflanzen, geschaffen wurde, wollen wir, der historischen Entwicklung folgend, mit diesen beginnen, daran die übrigen Angehörigen der Kormophytenreihe, die Farne und Moose, und hieran die Thallophyten anschließen. — Wir müssen die Bekanntheit mit dem sogenannten Generationswechsel zwischen der haploiden und der diploiden Generation voraussetzen (vgl. den Artikel „Fortpflanzung“).

1. Kormophyten.

a) Angiospermen.

Hier ist die haploide Generation stets getrenntgeschlechtig (eingeschlechtig), entweder männlich (Pollenkorn → männlicher generativer Kern) oder weiblich (Embryosack → Eizelle). Die diploide Generation, die eigentliche „Pflanze“, ist dagegen gewöhnlich gemischtgeschlechtig, d. h. sie sorgt dafür, daß die haploide Generation im männlichen und im weiblichen Zustand gebildet wird. Meist sind dann Zwitterblüten vorhanden, die aus Staubblättern (Mikrosporophyllen) und Fruchtblättern (Makrosporophyllen) und einer Hülle zusammengesetzt sind. Es bleibt sich dabei gleich, ob wir von der Anthostrobilusstheorie aus uns die Entstehung der Angiospermenblüte klarzumachen suchen oder sie (mit v. WETTSTEIN) als einen Blütenstand auffassen, der aus getrenntgeschlechtigen Blüten mit je einem Sporophyll zusammengesetzt ist.

a) Aus diesen zwitterigen (monoklinen, hermaphroditischen) Blüten werden eingeschlechtige (dikline), indem die eine oder die andere Art von Sporophyllen unterdrückt wird, männliche Blüten, wenn die Fruchtblätter, weibliche Blüten, wenn die Staubblätter betroffen werden. Ungeschlechtliche Blüten entstehen, wenn beiderlei Sporophylle reduziert sind, und die Bedeutung der Blüte nur mehr auf der Hülle beruht.



Die Unterdrückung der Sporophylle kann mehr oder weniger weit gehen. Es lassen sich alle Übergangsstufen zusammenstellen von völligem Schwund und ganz rudimentärer Entwicklung bis zu einer Ausbildung, die äußerlich kaum etwas von der physiologischen Untauglichkeit der Pollenkörner und Embryosäcke verrät. Welches Geschlecht eine Blüte besitzt, kann also für uns in Zweifelsfällen allein durch ihr physiologisches Verhalten entschieden werden.

Die Unterdrückung braucht ferner nicht alle Teile eines Organs gleichmäßig zu treffen, weil ein Funktionswechsel oder eine Nebenfunktion für die Erhaltung bestimmter Teile sorgen kann. So bleibt z. B. das Griffelpolster in den männlichen Blüten mancher Doldengewächse als Honigapparat erhalten und der Griffel in den männlichen Blüten mancher Körbchenblütler als Pollenbürste. Die Unterdrückung braucht endlich, wenn sie in beiden Richtungen erfolgt und zur Bildung von männlichen und weiblichen Blüten führt, die beiderlei Organe auch dann nicht gleich stark zu treffen, wenn

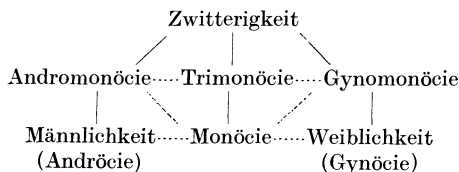
diese keine erkennbare Nebenfunktion mehr besitzen. Bei *Rhodiola rosea* haben z. B. die weiblichen Blüten keine Staubgefäßrudimente, die männlichen dagegen deutliche (sterile) Fruchtblätter; bei *Akebia quinata* sind umgekehrt die Fruchtblätter in den männlichen Blüten stärker reduziert als die Staubblätter in den weiblichen.

In manchen Fällen, wo gar keine Spuren des einen Geschlechtes in der Blüte nachweisbar sind, hat man (ohne zwingenden Grund) angenommen, die Blüten seien von vornherein eingeschlechtig, primär diklin.

b) Gehen wir nun von den Blüten zu den Individuen über, die diese Blüten hervorbringen, so können sie sich verschieden verhalten, je nachdem sie entweder nur einerlei oder verschiedenerlei Blüten hervorbringen, und je nachdem dann weibliche oder männliche oder beiderlei Blüten entstehen. Wir können danach folgende Eigenschaften des Individuums unterscheiden:

1. zwitterig, ♂♀ : alle Blüten zwitterig, (hermaphrodit),
2. gynomonöcisch, ♀♀ : die Blüten teils zwitterig, teils weiblich,
3. weiblich (gynöcisch), ♀ : alle Blüten weiblich,
4. andromonöcisch, ♂♂ : die Blüten teils zwitterig, teils männlich,
5. männlich (andröcisch), ♂ : alle Blüten männlich,
6. trimonöcisch, ♂♀♂ : die Blüten teils zwitterig, teils männlich, teils weiblich,
7. einfach monöcisch (androgyn), ♂♀ : die Blüten teils männlich, teils weiblich.

Der Zusammenhang dieser sieben Zustände untereinander läßt sich am einfachsten so darstellen:



Dabei sind durch die ausgezogenen Linien sichere, durch die punktierten mutmaßliche phylogenetische Zusammenhänge angedeutet.

Der Hauptgegensatz besteht zwischen den gemischtgeschlechtigen Individuen, die, in irgendeiner Form, beiderlei Keimzellen hervorbringen, und den getrenntgeschlechtigen, männlichen oder weiblichen Individuen.

Wenn zweierlei (oder gar dreierlei) Blüten zusammen vorkommen (Gynomonöcie, Andromonöcie usw.), kann ihr Zahlenverhältnis sehr verschieden sein. Es können die zwitterigen oder die getrenntgeschlechtigen überwiegen, so daß sich die verschiedensten Zwischenstufen zwischen rein zwitterigen und rein eingeschlechtigten Individuen finden (wieweit diese Unterschiede erb-

lich oder durch äußere Einflüsse bedingt sind, ist freilich im einzelnen Fall erst festzustellen). Speziell kann eine andromonöcische oder monöcische Pflanze fast rein männlich, subandröcisch, sein (*Cirsium arvense*), oder eine gynomonöcische fast rein weiblich, subgynöcisch.

Kommen zwittrige und eingeschlechtige Blüten bei derselben Pflanze vor, so spricht man von Polygamie (bei LINNÉ auch die Polyöcie S. 708 umfassend); mit Dimonöcie hat man überhaupt das Vorkommen von zweierlei Blüten bei demselben Individuum bezeichnet.

c) Ist demnach schon das Verhalten der einzelnen Individuen hinsichtlich ihrer Blüten sehr verschieden, so wird das Verhalten der einzelnen Species hinsichtlich ihrer Individuen fast unübersehbar, auch wenn alle durch äußere Einflüsse bedingten Modifikationen ausgeschlossen sind.

1. Zunächst gibt es Arten, die nur aus einerlei Individuen bestehen, aus: lauter zwittrigen: Bohne, Erbse, Linde, Tulpe;

lauter andromonöcischen: Roßkastanie, viele Doldenpflanzen (*Astrantia*, *Scandix*, *Torilis* usw.), *Asperula taurina*, *Veratrum album* und *nigrum* usw.;

lauter gynomonöcischen: sehr viele Körbchenblütler (Maßliebchen, Wucherblume, Kamille, Schafgarbe usw.), *Parietaria* (Urticeen);

lauter trimonöcischen (auch cönomonöcischen): *Dimorphotheca pluvialis* (Körbchenblütler), *Poterium Sanguisorba* (Rosaceen), *Saponaria ocymoides* (Caryophyllaceen), *Ferula* (Doldengewächse);

lauter monöcischen: Haselnuß, Hainbuche, Erle, Birke, Rotbuche, zahme Kastanie, Eiche; kleine Brennessel (*Urtica urens*), Platane, Wolfsmilch, Kürbis, Gurke, Bergahorn (*Acer Pseudoplatanus*), Ringelblume, Huflattig (Körbchenblütler); Mais, Riedgräser, Rohrkolben usw.

Nur männliche oder nur weibliche Individuen können natürlich bei Species, die auf geschlechtliche Fortpflanzung angewiesen sind, nicht vorkommen; fast ausschließlich in weiblichen Exemplaren kommt die apogame *Antennaria alpina* (Körbchenblütler) vor, ebenso, wenigstens streckenweise, die gleichfalls apogame *Balanophora globosa* usw.

2. Häufig besteht eine Spezies aus zweierlei oder dreierlei und noch mehrerlei Individuen.

Noch relativ einfach verhalten sich die getrenntgeschlechtigen, zweihäusigen, diöcischen Arten mit männlichen (andröcischen) und weiblichen (gynöcischen) Individuen, z. B. Dattelpalme (hier ist wohl die Zweihäusigkeit am frühesten erkannt worden), Weiden und Pappeln, Hanf, Hopfen, Feige, große Brennessel (*Urtica dioica*), Spinat, Bingelkraut (*Mercurialis annua*), Mistel usw. Doch ist die Geschlechtertrennung oft nicht rein; bald zeigen beide Geschlechter (regelmäßiger oder selten) einzelne

Blüten des entgegengesetzten Geschlechtes oder zwittrige (Subdiöcie, z. B. *Mercurialis annua*), bald ist die Trennung für das eine Geschlecht schärfer als für das andere (*Cirsium arvense* rein weiblich und sub-andröcisch).

Andere Kombinationen verschiedenartiger Individuen bei derselben Species sind:

Gynodiöcie: ein Teil der Individuen zwittrig, ein Teil weiblich, z. B. viele Labiaten, Dipsaceen, Caryophyllaceen, Geraniaceen, Plantaginaceen, Boraginaceen, einzelne Körbchenblütler.

Androdiöcie: ein Teil der Individuen zwittrig, ein Teil männlich, z. B. manche Rosaceen (*Geum*, *Dryas*), *Caltha palustris*.

In beiden Fällen sind wohl stets auch noch Zwischenstufen, gynomonöcische, resp. andromonöcische Individuen, vorhanden. Ja die rein zwittrigen Individuen fehlen sicher oft gänzlich, und es gibt dann entweder nur solche, die mehr oder weniger gynomonöcisch und solche, die rein weiblich sind (*Satureia hortensis*, weiblich pleomorph, besser gynomonodiöcisch) oder nur solche, die mehr oder weniger andromonöcisch und solche, die rein männlich (*Geum*, männlich pleomorph, besser andromonodiöcisch) sind. Die gynomonöcischen oder andromonöcischen Individuen können dann wieder in (erblich) verschiedenen Abstufungen vorkommen, die den zwittrigen mit dem weiblichen Zustand fast gleitend verbinden (*Plantago lanceolata*).

Triöcie: dreierlei Individuen, außer zwittrigen noch männliche und weibliche, ist selten, z. B. Esche, Spargel, *Empetrum nigrum*, *Erythronium europaeus* (?) (die Orchidee *Catasetum*, die DARWIN hierherzieht und bei der die „zwittrigen“, weiblichen und männlichen Pflanzen so verschiedene Blüten besitzen, daß man drei verschiedene Gattungen *Myanthus*, *Monachanthus*, *Catasetum* daraus gemacht hatte, soll nach ROLFE einfach diöcisch sein). Gewöhnlich sind die zwittrigen Exemplare sehr viel seltener als die eingeschlechtigen, und es sind außer den drei Hauptformen jedenfalls oft noch Zwischenstufen vorhanden (Subdiöcie DARWIN'S). Sicher sind sie bekannt für *Silene inflata* mit männlichen, andromonöcischen, zwittrigen, gynomonöcischen und weiblichen Exemplaren.

Man hat alle Species, bei denen mehrere wesentlich verschiedengeschlechtliche Individuen vorkommen, zusammenfassend als polyöcisch bezeichnet.

Als seltene Kombinationen werden angegeben: Individuen männlich (andröcisch) und gynomonöcisch: *Rumex*, zwittrig und monöcisch, „androgynodiöcisch“: *Scirpus caespitosus*, monöcisch und männlich: *Arctopus* (Umbellifere; nach LINNÉ), monöcisch und weiblich: *Morus*, monöcisch, männlich und (selten) weiblich, triöcisch-androgyn: *Acer platanoides*, andromonöcisch und weiblich: *Gleditschia*.

Im übrigen sind bis jetzt nur relativ sehr wenige Species einigermaßen genau, d. h. experimentell, untersucht.

Hinsichtlich der Verbreitung der Geschlechtertrennung sei noch bemerkt, daß die völlige Trennung in männliche und weibliche Exemplare (Diöcie) in sehr zahlreichen Verwandtschaftskreisen auftritt; selten fehlt sie einem größeren Kreise, z. B. den Papilionaceen, ganz oder ist darin sehr selten. Die Glieder einer Familie können alle getrenntgeschlechtlich sein (Salicaceen) oder teils monöcisch, teils getrenntgeschlechtlich (Moraceen, Cucurbitaceen), oder es sind nur einzelne Arten oder Gattungen getrenntgeschlechtlich in Verwandtschaftskreisen, die überwiegend zwitterig sind oder allerhand andere Formen der Geschlechtsverteilung zeigen.

b) Gymnospermen.

Sie schließen sich ganz an die Angiospermen an. Die haploide Generation ist stets getrenntgeschlechtlich, die diploide, die eigentliche Pflanze, ist bald gemischtgeschlechtlich, bald getrenntgeschlechtlich. Im ersten, häufigeren Falle haben wir aber (als Regel) Monöcie, nicht Zwitterigkeit (Kiefer, Tanne, Fichte, Lärche, Zeder, Zypresse). Diöcisch sind einige Coniferen (Wacholder, Eibe usw.), ferner Ginkgo und die ganzen Familien der Cycadaceen und Gnetaceen. Dabei fehlen den eingeschlechtigen Blütenzapfen bei Coniferen und Cycadaceen fast stets die Rudimente des anderen Geschlechtes, so daß sie (wohl im scharfen Gegensatz zu den eingeschlechtigen Angiospermen-Blüten) primär getrenntgeschlechtlich sind. Nur bei den Gnetaceen ist in den männlichen Blüten der Welwitschia regelmäßig eine rudimentäre Samenanlage vorhanden, und bei Gnetum selbst verraten bei den männlichen Exemplaren rudimentäre weibliche Blüten wohl frühere Monöcie. Sonst kommen nur hier und da als Bildungsabweichungen zwitterige Blütenzapfen vor (bei *Pinus maritima*, *Juniperus* usw.).

c) Farnpflanzen.

Hier ist nur bei den höherstehenden Formen die haploide Generation noch getrenntgeschlechtlich; bei den tieferstehenden ist sie gemischtgeschlechtlich, so daß wir in diesem Verwandtschaftskreis also auch auf die Geschlechterverteilung der haploiden, nicht bloß der diploiden Generation zu achten haben. Diese diploide Generation ist fast immer gemischtgeschlechtlich und nur ganz ausnahmsweise getrenntgeschlechtlich, so daß „Diöcie“ im Sinne der Angiospermen und Gymnospermen kaum vorkommt.

Ganz an die höheren Pflanzen schließen sich *Selaginella* und *Isoëtes* an, wo wir noch Makrosporophylle und Mikrosporophylle finden, die bei *Selaginella* zu Blüten mit Frucht- und Staubblättern vereinigt sind. Eine solche Blüte ist meist zwitterig. Selten kommen eingeschlechtige Blüten vor, gynomonöcisch (*Selaginella pectinata*) oder gynodiöcisch (*Selaginella Martensii*) verteilt; selbst Neigung zur Triöcie (*Selaginella substipata*) soll vorkommen. Für *Isoëtes* wird neben „Polygamie“ (*Isoëtes melanopodium*) sogar Diöcie (*Isoëtes Butleri*) angegeben.

Ebenfalls getrenntgeschlechtlich in der haploiden Generation sind die Hydropterides (*Marsilia*, *Pilularia*, *Salvinia*, *Azolla*). Doch bildet dasselbe Sporophyll oder derselbe Abschnitt eines Sporophylls (Sorus) Makrosporangien und Mikrosporangien; die Sporophylle sind also nicht mehr selbst geschlechtlich differenziert.

Noch primitiver sind die Schachtelhalme, bei denen dasselbe Sporangium zweierlei, äußerlich ununterscheidbare Sporen hervorbringt, von denen die einen eine vorwiegend männliche (subandröische) die anderen eine vorwiegend weibliche (subgynöische) haploide Generation geben. Hier sind also auch nicht einmal mehr die Sporangien der diploiden Generation, sondern erst die Sporen selbst geschlechtlich getrennt.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei den Farnkräutern und Bärlappgewächsen, bei denen jedes Sporangium nurmehr einerlei Sporen hervorbringt und die haploide Generation beiderlei Gameten, Spermatozoen in Antheridien und Eizellen in Archegonien. Ausnahmsweise (bei dem Farn *Struthiopteris*) scheint eine wirkliche Neigung zur Bildung diöischer Prothallien vorzukommen. Im allgemeinen ist aber die haploide und die diploide Generation gemischtgeschlechtlich.

Das Prothallium eines solchen Farnes oder Bärlappgewächses wird meist „zwitterig“ genannt, ebensogut kann man es „monöisch“ nennen. Diese Ausdrücke, geschaffen für die diploide Generation der Angiospermen, passen hier eigentlich nicht mehr; wir können sie aber übertragen gebrauchen oder uns mit dem Ausdruck „gemischtgeschlechtlich“ behelfen.

d) Moose.

Bei Laub- und Lebermoosen findet sich dieselbe Geschlechterverteilung wie bei den niedriger stehenden Farnpflanzen. Die noch am weitgehendsten differenzierten (*Marchantia*, *Sphaerocarpus*, überhaupt viele Lebermoose und Laubmoose) stehen etwas höher als die Schachtelhalme. Die diploide Generation, das Sporogon, bringt in derselben Kapsel Sporen hervor, die scharf differenziert sind und entweder eine männliche haploide Generation nur mit Antheridien oder eine weibliche haploide Generation nur mit Archegonien hervorbringen. Man nennt sie diöisch.

Die übrigen Moose entsprechen den gewöhnlichen Farnen und Bärlappgewächsen, mit dem Unterschied, daß, bei der viel reicheren Ausgestaltung der haploiden Generation, auch die Verteilung der Sexualorgane (Antheridien und Archegonien) viel mannigfacher sein kann. Das Sporogon bringt dann in der Kapsel nur einerlei Sporen hervor, aus denen gemischtgeschlechtliches Protonema hervorgeht.

Wir können des weiteren unterscheiden:

1. Es entstehen (bei Laubmoosen) männliche und weibliche beblätterte Pflänzchen am selben Protonema; die Pflänzchen sind dann wohl stets zwergig und einfach (*Ephemerum*, *Buxbaumia*). Solche Arten nennt der Systematiker ebenfalls „diöisch“ oder, besser, rhizautöisch.

2. Es entstehen (bei Laubmoosen) an dem Protonema zunächst Sprosse von einem bestimmten Geschlechte (z. B. mit Antheridien), und daran, als Äste, Sprosse mit dem anderen Geschlecht (z. B. mit Archegonien), Beispiel: *Funaria hygrometrica*; monöische oder autöische Arten. Zwischen 1 und 2 vermitteln jene (pseudomonöischen oder pseudautöischen) Moose, wo die Sprosse des einen Geschlechtes an sekundären, stengel- oder blattbürtigem Protonema aus Sprossen des anderen Geschlechtes entstehen — oder entstehen sollen. Denn manche der hierhergezogenen Formen sind sicher völlig diöisch im strengsten Sinne.

3. Es wachsen (bei Laub- und Lebermoosen) am selben Sproß als Äste sowohl Seitensprosse mit dem einen als solche mit dem anderen Geschlecht hervor (pleurocarpe Laubmoose); ebenfalls monöisch oder autöisch genannt.

4. Es sind (bei Laub- und Lebermoosen) am selben Sproß unter terminal stehenden Archegonien Antheridien vorhanden (paröische Moose) oder es stehen sogar Antheri-

dien und Archegonien in derselben Hülle beisammen (synöcische Moose). Beide Zustände werden als „zwitterig“ zusammengefaßt.

Daneben gibt es noch allerlei Kombinationen, z. B. polyöcische Arten, die aus zwitterigen und „diöcischen“ (*Webera cruda*) oder monöcischen und „diöcischen“ Individuen (*Leptobryum*) bestehen, und heteröcische Arten, bei denen „zwitterige“ und monöcische Individuen vorkommen.

Die „Blüte“ der Moose: Archegonien und Antheridien für sich umhüllt oder beide in einer gemeinsamen Hülle, hat mit der Blüte der Angiospermen usw. nichts zu tun. Deshalb hat natürlich der Ausdruck zwitterig hier einen anderen Sinn.

Ehe wir die Kormophyten verlassen, soll das Verhalten der zwei Generationen in den vier großen Abteilungen in einem Schema zusammengestellt werden:

	Bryophyten	Pteridophyten	Gymnospermen	Angiospermen	
haploide Generation	gemischt- oder getrenntgeschlechtig	gemischt- oder getrenntgeschlechtig	getrenntgeschlechtig	getrenntgeschlechtig	haploide Generation
diploide Generation	gemischtgeschlechtig	gemischtgeschlechtig (ausnahmsweise getrenntgeschlechtig)	gemischt- oder getrenntgeschlechtig	gemischt- oder getrenntgeschlechtig	diploide Generation

2. Thallophyten.

a) Formenkreise mit ausgesprochenem Generationswechsel.

Hierher gehören die Dictyotales, Florideen und Ascomyceten. Die Geschlechtsverteilung entspricht bei ihnen wohl im Prinzip stets ganz derjenigen der Bryophyten: die diploide Generation ist stets gemischtgeschlechtig, die haploide kann gemischtgeschlechtig oder getrenntgeschlechtig sein. Danach kann man, ebensogut wie bei den Bryophyten, gemischt- und getrenntgeschlechtige, monöcische und diöcische Arten unterscheiden.

1. Dictyotales. Die diploide, Tetrasporen bildende Generation ist, wie gesagt, stets gemischtgeschlechtig, die haploide, Antheridien und Oogonien bildende, bei der Minderzahl der Gattungen (*Padina*) monöcisch, bei der Mehrzahl (*Dictyota*, *Dictyopteris* usw.) diöcisch.

2. Florideen. Die diploide Generation (die den Sporophyten oder den Sporophyten + Tetrasporangien tragende Pflanze umfaßt) ist wohl gemischtgeschlechtig, die haploide, Antheridien und Karpogone bildende Generation selten monöcisch (*Batrachospermum*, *Cryptonemia*, *Bonnemaïsonia* usw.), meist diöcisch, wobei jedoch bei manchen Arten einzelne monöcische Exemplare gefunden werden (*Nemalion*, *Callithamnium tetragonum*, *Dudresnaya coccinea*). Im selben engeren Verwandtschaftskreis kann Monöcie und Diöcie auftreten. Die meisten *Batrachospermum*-arten sind z. B. monöcisch, einige jedoch diöcisch; die *Chantransia*-arten sind diöcisch, die davon kaum zu trennende Gattung *Balbiania* ist monöcisch.

3. Ascomyceten. Wie fassen (mit CLAUSSEN) bei den sexuellen Arten das Entwicklungsstück vom befruchteten Ascogon bis zur Ascospore als diploide Generation auf (trotz der so lang hinausgeschobenen definitiven Vereinigung der Kerne); sie dürfte stets

gemischtgeschlechtig sein. Die haploide Generation (von der Ascospore bis zum Carpogon und Antheridium) ist meist monöcisch; sicher z. B. bei *Dipodascus*, *Eremascus*, *Pyronema confluens*, *Ascodesmis*, wohl auch bei den Erysiphaceen. Umgekehrt kommt Diöcie sicher bei der kleinen (auch sonst höchst eigenartigen) Gruppe der Laboulbeniales, neben viel häufigerer Monöcie, vor. Bei den einschlägigen Gattungen (*Dimorphomyces*, *Dimeromyces*, *Amorphomyces*) sitzen die Pflänzchen stets paarweise, ein Männchen und ein Weibchen, beisammen; es erklärt sich das dadurch, daß von der Sporenbildung im viersporigen Ascus her stets eine männlichbestimmte und eine weiblichbestimmte Spore durch eine Gallerthülle verbunden bleiben.

Bei den Flechtenpilzen mit mehr oder weniger sicher nachgewiesener Sexualität sind (nach STAHL) die meisten ebenfalls monöcisch, bilden also Spermogonien und Ascogone im selben Thallus (Collemaaceen). Manche entwickeln diese Organe besonders nahe beieinander, wenn nämlich das Ascogon regelmäßig im Grunde des Spermogoniums entsteht (Arten von *Physma*; *Verrucaria*?) und sind dann „zwitterig“ genannt worden. Auf der anderen Seite wird auch Diöcie angegeben: Spermogonien auf den einen, Ascogone auf den anderen Thalli (*Synalissa* und *Ephebe*). Besonders merkwürdig sind die gynodiöcischen Collemaarten (*Collema pulposum* und *crispum*, BAUR), wo monöcische Thalli mit Spermogonien und Ascogonen vorkommen, die reichlichst Apothecien bilden, und mindestens ebenso üppig entwickelte weibliche Thalli nur mit Ascogonen oder mit Ascogonen und rudimentären Spermogonien, die fast völlig steril bleiben.

Die Uredineen, die ebenfalls einen ausgesprochenen Generationswechsel besitzen, sind pseudomictisch und kommen deshalb für uns nicht in Betracht, so wenig wie die übrigen Basidiomyceten; sie sind von vornherein „gemischtgeschlechtig“.

b) Formenkreise ohne ausgesprochenen Generationswechsel.

Hier ist, nach unseren jetzigen Kenntnissen, teils das haploide Entwicklungsstadium auf die Gameten beschränkt, so daß der Thallus diploid ist, teils das diploide Entwicklungsstadium auf die Zygote beschränkt, so daß der Thallus haploid ist. Die Unterscheidung der zwei Kategorien ist für das Problem der Geschlechtsbestimmung von großer Wichtigkeit. Unsere Kenntnisse reichen aber noch lange nicht zu einer auch nur provisorischen Unterbringung aller Sippen der Algen und Pilze in die eine oder andere Kategorie aus. In die erste Kategorie gehören wahrscheinlich die *Fucaceen*, vielleicht auch die *Ectocarpaceen*, *Siphoneen*, *Bacillariaceen* unter den Algen, die *Mucorineen*, *Peronosporineen*, *Saprolegniaceen*, *Chytridiaceen* unter den Pilzen, in die zweite Kategorie wahrscheinlich *Chara*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, die *Conjugaten*.

Wir können auch hier unschwer gemischtgeschlechtige (monöcische oder zwitterige) und getrenntgeschlechtige Arten unterscheiden, solange jedes Individuum mehr als einen Gameten bildet und die Gameten auch äußerlich irgendwie als männlich und weiblich zu erkennen sind.

Schwierig kann die Unterscheidung in Verwandtschaftskreisen werden, die äußerlich identische Gameten (Isogameten), wenn auch in großer Zahl bilden. Als Kriterium bleibt schließlich nur noch übrig, ob die Gameten desselben Individuums sich vereinigen können, oder die Gameten eines anderen Individuums zur Befruchtung nötig sind. Dabei ist vorausgesetzt, daß das

Ausbleiben der Vereinigung zwischen den Gameten desselben Individuums dann nicht auf Selbststerilität beruht, wie sie für Blütenpflanzen längst nachgewiesen, für Thallophyten aber zurzeit nicht bekannt ist. Ihr Vorkommen ist immerhin denkbar, und es mögen später vielleicht manche isogametische Thallophyten, bei denen wir jetzt von Diöcie sprechen, als selbststeril erkannt werden.

Wenn der Thallus reicher ausgestaltet ist, können bei gemischtgeschlechtigen Arten die Gameten näher beieinander, oft in unmittelbarster Nähe (Basidiobolus, Dipodascus, Peronosporineen usw.) entstehen, oder weiter voneinander entfernt. Man hat danach — willkürlich — „zwitterig“ und „monöcisch“ unterschieden.

Bei ganz einfachen, einzelligen Thallophyten, die einen einzigen Gameten bilden (wo Gamet und Individuum zusammenfallen), müssen wir natürlich von Diöcie sprechen, wenn wir nicht ein bisher außer acht gelassenes Kriterium anwenden und die Abstammung der sich vereinigenden Individuen berücksichtigen wollen. Auf diesen Punkt ist bisher überhaupt wenig geachtet worden. Wo die Fortpflanzung ausschließlich geschlechtlich ist (Dasycladus, Sphaeroplea, Chlorochytrium Lemnae) können wir ja ohne weiteres von Getrenntgeschlechtigkeit oder Gemischtgeschlechtigkeit sprechen, je nachdem die Gameten desselben Individuums oder die verschiedener Individuen sich vereinigen. Anders, wenn auch ungeschlechtliche Vermehrung vorkommt. Von den getrenntgeschlechtigen höheren Pflanzen und den Moosen wissen wir, daß der Geschlechtscharakter bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung (fast ausnahmslos) aufs strengste bewahrt wird. Es ist deshalb auch wahrscheinlich, daß das männliche oder weibliche Geschlecht einer diöcischen Vaucheria oder eines diöcischen Oedogonium bei der Vermehrung durch Zoosporen weitergegeben wird; bewiesen ist das aber wohl nur für die Vermehrung durch Sporangiosporen bei den getrenntgeschlechtigen Mucorineen.

Es wird sich empfehlen, später einmal bei solchen Thallophyten von Gemischtgeschlechtigkeit dann zu sprechen, wenn sich Gameten vereinigen können, die von demselben Keimling stammen, direkt aus der Zygote (wenn der Thallus diploid ist) oder nach einer Reduktionsteilung (wenn er haploid ist), und von Diöcie nur dann, wenn Gameten zusammenkommen müssen, die von verschiedenen Keimlingen stammen. Von den Komplikationen, die möglicherweise durch Selbststerilität bedingt sein könnten, sehen wir jetzt ab. Dann wird man auch da, wo Individuum und Gamet zusammenfallen und ungeschlechtliche Vermehrung vorkommt, Monöcie und Diöcie unterscheiden können. Einstweilen reichen unsere Kenntnisse dafür lange nicht aus.

Wie ein Studium der einzelnen Thallophytenstämme zeigt, tritt die Diöcie immer wieder, in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen, auf,

im einen sehr oft, im anderen selten. Sie dürfte wohl stets sekundär, abgeleitet sein, wenn sich das auch bei ihrer sicher polyphyletischen Entstehung wohl nicht in jedem Einzelfalle nachweisen lassen wird.

Terminologisches. Durch die verschiedene Entwicklung der beiden Generationen, der haploiden und diploiden, ist es schon in der Kormophytenreihe bedingt, daß die Ausdrücke „zwitterig“, „einhäusig“, „zweihäusig“ usw. nicht immer auf den gleichen Entwicklungsabschnitt (die gleiche Generation) angewendet werden. Wenn die haploide Generation getrenntgeschlechtig, die diploide gemischtgeschlechtig ist, nennt man ein Moos diöcisch, eine Blütenpflanze zwitterig, weil man sich eben nur an die in die Augen fallende Generation hält, und diese bei einem Moose die haploide, bei einer Blütenpflanze die diploide ist. Durch die Anwendung der fraglichen Ausdrücke auf die Thallophyten wird die Sachlage noch komplizierter. Darin liegt unzweifelhaft ein Übelstand. Um ihm abzuhelfen, hat BLAKESLEE, ausgehend von seinen Mucorineenstudien, folgende Bezeichnungen vorgeschlagen, wobei er „Thallus“ für die haploide, „Phytum“ für die diploide Generation verwendet:

- Pflanzen mit gemischtgeschlechtiger haploider Generation: homothallisch,
- Pflanzen mit getrenntgeschlechtiger haploider Generation: heterothallisch,
- Pflanzen mit gemischgeschlechtiger diploider Generation: homophytisch,
- Pflanzen mit getrenntgeschlechtiger diploider Generation: heterophytisch.

Ein gewöhnliches Farnkraut, ein monöcisches Moos wäre also homothallisch homophytisch, eine Marsilia, eine Selaginella, eine Tulpe, eine Erbse und Linde, ein diöcisches Moos heterothallisch homophytisch, eine Weide oder eine Hanfpflanze heterothallisch heterophytisch. Es wäre ferner z. B. *Pyronema* homothallisch homophytisch, *Dictyota*, *Polysiphonia*, eine diöcische Laboulbeniacee heterothallisch homophytisch usw.

Natürlich läßt sich diese Bezeichnungsweise auch auf die Thallophyten ohne ausgesprochenen Generationswechsel übertragen. Es ist das ohne weiteres möglich dort, wo die diploide Generation (das „Phytum“) auf die Zygote reduziert ist (S. 712): eine *Ulothrix zonata*, ein *Oedogonium curvum*, eine *Chara crinita* oder *aspera* ist nach unserer Annahme heterothallisch, ein *Oedogonium capillare*, eine *Chara foetida* homothallisch. Die Anwendung ist an und für sich auch da möglich, wo die haploide Generation auf die Gameten beschränkt ist. *Fucus vesiculosus* hieße dann aber heterophytisch. *Fucus platycarpus* homophytisch, obwohl das Verhalten seines Thallus gemeint ist. Darin scheint mir ein wesentliches Hindernis für die allgemeine Durchführung der neuen Terminologie zu liegen. Der Begriff „Thallus“ ist eben ohne Rücksicht auf die Reduktionsteilung gebildet worden und wird sich nicht auf die haploiden Vegetationskörper beschränken lassen. In allererster Linie stehen der Durchführung aber unsere ungenügenden Kenntnisse vom Entwicklungsgang der meisten Thallophyten im Weg. Den Mucor Mucedo selbst erklärt z. B. BLAKESLEE für heterothallisch heterophytisch; ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß er einfach heterophytisch ist. Weniger dürfte in Betracht kommen, daß die Bezeichnungsweise etwas schleppend ist, mehr, daß es mit ihr kaum möglich sein wird, die feineren Unterschiede in der Geschlechterverteilung auszudrücken (Gynodiöcie usw.). Ich habe deshalb die alte Bezeichnungsweise beibehalten. Kennt man den fraglichen Organismus einigermaßen, so weiß man schon, worauf sich die Ausdrücke „diöcisch“, „monöcisch“, „zwitterig“ usw. allein beziehen können (die diploide Generation kann erst dann getrenntgeschlechtig werden, wenn die haploide es schon ist).

Dichogamie. Außer von der im vorhergehenden behandelten „räumlichen“ Trennung der Geschlechter spricht man noch von einer „zeitlichen“ Trennung, wenn die männlichen und weiblichen Keimzellen oder die Organe, die sie mehr oder weniger direkt hervorbringen (Mikro- und Makrosporophylle z. B.), nicht zur gleichen Zeit reif sind: Dichogamie (im

Gegensatz zur Homogamie), bald Prot(er)andrie, wenn das männliche, bald (seltener) Prot(er)ogynie, wenn das weibliche Geschlecht vorangeht.

Derartiges kommt schon bei Thallophyten vor (*Volvox* ist z. B. protandrisch, vielleicht auch die *Collemaceae Physma*), es findet sich bei Moosen (*Funaria hygrometrica* protandrisch) und vor allem bei den gemischtgeschlechtigen Farnprothallien (ebenfalls protandrisch). Es ist sehr häufig bei gemischtgeschlechtigen Blütenpflanzen, nicht nur bei solchen mit Zwitterblüten (z. B. viele Geraniaceen, Onagraceen, Malvaceen, Umbelliferen, Campanulaceen sind protandrisch, manche Plantaginaceen, viele Aristolochiaceen, Juncaceen protogyn), sondern auch bei monöcischen (z. B. *Carex*, *Euphorbia* protogyn). Auch bei getrenntgeschlechtigen Arten kann das eine Geschlecht früher zu blühen anfangen, beim Hanf z. B. die Weibchen 4 bis 5 Tage vor dem Männchen. Der Grad der zeitlichen Trennung ist bald sehr gering, so daß sie eben wahrnehmbar ist, bald sehr ausgesprochen; bei *Luzula campestris* schiebt sich sogar ein 4- bis 7-tägiges ungeschlechtliches Stadium der Blüte zwischen das erste (1- bis 2-tägige) weibliche und das zweite (1- bis 2-tägige) männliche Stadium ein. Meist verhält sich ein Verwandtschaftskreis einheitlich, indem er bei Dichogamie mehr oder weniger protandrisch oder protogyn ist, doch können sich die Arten derselben Gattung (*Saxifraga*) und die Individuen derselben Art verschieden verhalten (die Haselnuß- und Walnußpflanzen sind teils proterandrisch, teils protogyn: Heterodichogamie; *Ajuga reptans* ist teils dichogam, teils homogam: Homodichogamie). Es wird sich dann um Sippen mit erblich verschiedenem Verhalten handeln.

Die Wirkung der „zeitlichen“ Trennung der Geschlechter entspricht natürlich der der „räumlichen“, indem die Selbstbefruchtung in der Blüte oder beim ganzen Individuum erschwert und selbst völlig verhindert wird.

B. Geschlechtsbestimmung.

Die Untersuchungen der letzten Zeit haben es wahrscheinlich gemacht, daß das Geschlecht eines Organismus, wie dessen andere Eigenschaften auch, von der Entfaltung von Anlagen abhängt, die in seinem Keimplasma stecken, daß das Geschlecht, mit einem Wort, vererbt wird. Wie die anderen Anlagen können sich aber auch die für das Geschlecht nur unter dem Einfluß äußerer Faktoren (zu denen natürlich die korrelativen Wirkungen gerechnet sind) entfalten. Diese Faktoren können wenig wirksam oder sehr wirksam sein. Das Geschlecht eines Organismus hängt also einerseits von seinen Anlagen, andererseits von den äußeren Einflüssen ab. Danach unterscheiden wir Geschlechtsvererbung und Geschlechtsbeeinflussung.

1. Geschlechtsvererbung.

Am eingehendsten untersucht sind die diöcischen Angiospermen und Gymnospermen. Das Problem liegt bei ihnen ganz ähnlich wie bei den Metazoen, und wenn man von Geschlechtsbestimmung bei Pflanzen spricht, so denkt man in erster Linie an sie. Sie sollen deshalb zuerst besprochen werden, obschon sie am Ende einer Entwicklungsreihe stehen, die von den gemischtgeschlechtigen Moosen und isosporen Farngewächsen ansteigt. Auch bei diesen gibt es natürlich schon eine „Geschlechtsbestimmung“, ebenso bei den Thallophyten. Auf sie werden wir später zurückkommen.

a) Blütenpflanzen.

α) Getrenntgeschlechtige Arten (Diöcisten). Über den Modus der Geschlechtsbestimmung haben wir hauptsächlich durch Vererbungs-, Bastardierungs- und Bestäubungs-Versuche einige Einsicht bekommen (vgl. die entsprechenden Artikel). Die zytologische Untersuchung und die Fälle geschlechtsbegrenzter Vererbung, die im Tierreich so viel Aufschluß gegeben haben, haben hier, einstweilen wenigstens, ganz versagt.

Jede Erklärung muß mit folgender Tatsachen rechnen:

1. Jedes getrenntgeschlechtige Individuum hat auch die Fähigkeit, die Merkmale des anderen Geschlechtes zu entfalten. Das geht aus spontanen Geschlechtsänderungen, z. B. bei Weidenbäumen, und aus dem Einfluß gewisser Parasiten (*Ustilago violacea* auf *Melandrium album* ♀) hervor.

2. Jede Keimzelle enthält den vollständigen männlichen und den vollständigen weiblichen Anlagenkomplex für die primären und sekundären Geschlechtscharaktere. Es folgt das natürlich noch nicht aus 1, läßt sich aber experimentell beweisen, durch Bastardierung zweier Sippen, die sich in ihren Geschlechtscharakteren, primären oder sekundären, unterscheiden (*Melandrium album* und *Melandrium rubrum*). Das Pollenkorn überträgt Merkmale des Fruchtknotens, die Samenanlage Merkmale des Pollens auf die Bastarde.

3. Jeder getrenntgeschlechtige Organismus enthält also zweimal die Anlage für die männlichen und zweimal die für die weiblichen Merkmale, weil er aus der Vereinigung zweier Keimzellen entstanden ist.

4. Der Prozeß der Geschlechtsbestimmung kann nur in der Unterdrückung der weiblichen oder der männlichen Merkmalkomplexe bestehen, nicht in ihrer Beseitigung.

5. Die Keimzellen haben schon eine bestimmte geschlechtliche „Tendenz“. Diese Tendenz kommt dadurch zustande, daß von den beiden in jeder Keimzelle vorhandenen Anlagenkomplexen (dem männlichen und dem weiblichen) der eine gefördert, der andere gehemmt ist. Man kann sich vorstellen, daß das durch eine besondere Erbanlage (ein „Gen“) geschieht, die unabhängig von den Anlagenkomplexen für die männlichen und weiblichen Geschlechtsmerkmale, neben ihnen, vorhanden ist (und die man „Geschlechtsbestimmer“ nennen könnte).

6. Die Tendenz der Keimzellen ist nicht unabänderlich festgelegt, oder braucht es doch nicht zu sein. Die definitive Entscheidung über das Geschlecht der Nachkommen ist erst nach der Befruchtung (dem Zusammenkommen zweier Keimzellen) gefallen, wie die Entscheidung über die übrigen Eigenschaften des Organismus auch, soweit sie von den Anlagen abhängen.

Treffen bei der Befruchtung zwei Keimzellen mit verschiedener Tendenz zusammen, so dürfte die Entscheidung nicht von zufälligen (individuellen) Differenzen in der Stärke der Tendenzen abhängen, sondern von Unterschieden in der Stärke, die von vorn herein (erblich) festgelegt sind (und wohl auf ungleicher Entfaltungstärke der Geschlechtsbestimmer beruhen).

Die eingangs genannten Vererbungs- und Bastardierungsversuche haben nun wahrscheinlich gemacht, daß die Keimzellen des einen, „homogametischen“ Geschlechtes alle in ihrer Tendenz übereinstimmen, die des anderen „heterogametischen“ Geschlechtes aber von doppelter Natur sind. Alle Beobachtungen weisen ferner darauf hin, daß das weibliche Geschlecht die einerlei, das männliche die zweierlei Keimzellen hervorbringt. Die Geschlechtsbestimmung bei der Befruchtung beruht dann darauf, daß von den Keimzellen (Eizellen) des homogametischen, weiblichen Geschlechtes die eine Hälfte Nachkommen mit ihrer eigenen, unveränderten, weiblichen Tendenz, Weibchen, hervorbringt, während bei der anderen Hälfte der Keimzellen (Eizellen) diese weibliche Tendenz durch die männlichen Keimzellen geändert wird, so daß männliche Nachkommen entstehen.

Entscheidend ist also schließlich das Verhalten der männlichen Keimzellen, die teils die Tendenz der weiblichen unverändert lassen, teils sie unterdrücken. Im einzelnen hat man sich darüber verschiedene Vorstellungen gemacht.

Man nimmt an (NOLL, STRASBURGER), daß sämtliche Keimzellen des männlichen Geschlechtes (m) männliche Tendenz enthielten, daß aber in der Hälfte der Keimzellen (mI) diese Tendenz stärker, bei der Hälfte (mIII) schwächer sei, als die weibliche Tendenz der Eizellen (fII), so daß beim Zusammentreffen der Keimzellen bei der Befruchtung die stets weibliche Tendenz der weiblichen Keimzellen in der Hälfte der Fälle siege, in der Hälfte der Fälle unterliege (fII + mI = männlich, fII + mIII = weiblich).

Oder man nimmt an (CORRENS), daß die Hälfte der Keimzellen des männlichen Geschlechtes die männliche Tendenz m, die Hälfte die weibliche Tendenz f besäßen, und daß dann die männliche Tendenz stärker sei als die weibliche ($f + m =$ männlich, $f + f =$ weiblich).

Für die erste Annahme spricht die Tatsache, daß isolierte Exemplare fast rein getrenntgeschlechtiger Pflanzen bei Selbstbefruchtung lauter oder fast lauter Nachkommen mit dem gleichen Geschlecht geben. Die fast rein männlichen Individuen bringen also z. B. aus Samen ihrer einzelnen weiblichen oder zwitterigen Blüten wieder männliche Pflanzen hervor, die fast rein weiblichen Individuen mit dem Pollen ihrer einzelnen männlichen Blüten wieder weibliche, während dieselben fast rein weiblichen Individuen mit dem Pollen der fast rein männlichen etwa gleichviel fast männliche und fast weibliche Nachkommen geben [*Mercurialis annua* ♂ und ♀ (BITTER, STRASBURGER), Hanf ♀ (MOLLARD), *Valeriana dioica* ♂ (CORRENS)]. Nach der zweiten Annahme müßten die fast rein weiblichen Individuen zwar ihresgleichen, die fast rein männlichen aber außer ihresgleichen auch noch fast rein weibliche Nachkommen geben.

Für die zweite Annahme spricht der Ausfall von Bastardierungsversuchen zwischen getrennt- und gemischtgeschlechtigen Pflanzen. Wenn die getrenntgeschlechtige Tendenz

der Keimzellen der einen Art über die gemischtgeschlechtige Tendenz der Keimzellen der anderen Art dominiert, kann man aus dem Ergebnis der reziproken Bastardierungen auf die Tendenz der getrenntgeschlechtigen Keimzellen schließen. Untersucht sind die Bastarde zwischen *Bryonia dioica* (getrenntgeschlechtig) und *Bryonia alba* (monöcisch).

♀ Keimzellen	♂ Keimzellen	Ergebnis (Bastarde)
a) <i>B. alba</i> ♀	+ <i>dioica</i> ♂	= 1/2 männl., 1/2 weibl.
b) <i>B. dioica</i> ♀	+ <i>alba</i> ♂	= alle weiblich.

Daraus geht hervor, daß alle Keimzellen des *Bryonia dioica* - Weibchens weibliche Tendenz haben, von den Keimzellen des *Bryonia dioica* - Männchens aber die Hälfte weibliche, die Hälfte männliche. Ein entsprechendes Resultat gab der Bastard *Melandrium album* ♀ + *Silene viscosa* ♂: alle Individuen weiblich.

Die zweite Annahme hat den Vorzug, daß nach ihr die Geschlechtsbestimmung genau wie die Rückbastardierung eines mendelnden Bastardes (= Männchen) mit seinem rezessiven Elter (= Weibchen) verläuft. Damit erklärt sich ohne weiteres, daß das eine Geschlecht homogametisch, das andere heterogametisch ist, und daß das heterogametische Geschlecht zweierlei Keimzellen im Verhältnis 1 : 1 bildet. Mit dieser zweiten Annahme stehen auch die Ergebnisse der zytologischen Untersuchung und der Experimente über geschlechtsbegrenzte Vererbung im Tierreich in Einklang (vgl. den Artikel „Vererbung“. Handwörterbuch d. Naturw.).

Die Entscheidung über die Tendenz der männlichen Keimzellen fällt dann bei der Reduktionsteilung in der Pollenmutterzelle, indem die beiden verschiedenen Tendenzen, die bei der Entstehung des Männchens zusammentreffen, wieder gespalten werden; die Entscheidung über das Geschlecht des Embryos geschieht bei der Befruchtung. Eigentlich wäre dann das Geschlechtsverhältnis 1 : 1 zu erwarten; die bekannten Abweichungen sind wohl durch sekundäre Einflüsse bedingt, die von der Keimzellbildung an bis zu dem Moment wirken können, wo das Geschlechtsverhältnis ermittelt wird; sie mögen u. a. auf einer ungleichen Resistenz der verschiedenen Keimzellen oder Embryonen gegen Schädigungen beruhen.

Versuche (von G. H. SHULL) mit Zwittern, die bei dem sonst getrenntgeschlechtigen *Melandrium album* aufgetreten waren, haben noch kein abgeschlossenes Resultat zeitigt. — Einen besonderen Weg hat STRASBURGER eingeschlagen; doch ist über den Ausfall der Versuche (für die *Elodea canadensis* benutzt wurde) noch nichts bekannt. Ist nämlich das männliche Geschlecht wirklich heterogametisch, und wird die Tendenz der männlichen Keimzellen bei der Reduktionsteilung bestimmt, so müssen von den 4 Pollenkörnern, die aus einer Mutterzelle hervorgehen, immer 2 die eine, 2 die andere Tendenz erhalten. Bleiben nun die 4 Pollenkörner zu einer „Tetrade“ vereinigt, und zeigt eine getrenntgeschlechtige Art solche Tetraden, so müssen die Blüten der Weibchen dieser Art (vorausgesetzt, daß genügend Samenanlagen vorhanden sind), mit je einer Tetrade bestäubt, unter je 4 Nachkommen immer 2 Männchen und 2 Weibchen (oder unter je 3 Nachkommen stets 2 vom einen und 1 vom anderen Geschlecht) geben. Sind dagegen von den 4 Nachkommen eines Versuches hier und da auch 3 und gelegentlich selbst alle 4 gleichen Geschlechtes, so geht daraus sicher hervor, daß die männlichen Keimzellen (Pollenkörner) nicht die ausschlaggebende Rolle, oder doch nicht allein, spielen können.

β) Polyöcische Arten. Wir sind einstweilen nur über die Geschlechtsbestimmung der Gynodiöcisten (S. 708) einigermaßen unterrichtet. Die Weibchen bringen mit dem Pollen der Zwitter mehr oder weniger ausschließlich ihresgleichen (also Weibchen) hervor, die Zwitter (oder Gyno-

monöcisten) mit ihrem eigenen Pollen ebenfalls mehr oder weniger ausschließlich ihresgleichen (also Zwitter usw.). Besonders typisch ist *Satureia hortensis*. Auch *Silene dichotoma* verhält sich z. B. so, trotzdem hier auch Übergänge zur Andröcie vorkommen. — Bei *Plantago lanceolata*, wo viele Abstufungen zwischen weiblichen und zwitterigen Stöcken vorkommen, ist nachgewiesen, daß dasselbe Weibchen mit dem Pollen verschiedener Zwitter eine Nachkommenschaft mit verschieden viel Weibchen geben kann, und daß verschiedene Weibchen mit dem Pollen desselben Zвитters ebenfalls eine Nachkommenschaft mit verschieden viel Weibchen geben können. Das beweist, daß sowohl die Beschaffenheit des Pollenlieferanten als die der weiblichen Pflanze von Einfluß auf das Geschlecht der Nachkommen sein kann.

Über die Androdiöcisten liegen noch keine abgeschlossenen Versuche vor; soviel ist aber schon sicher, daß die nahezu rein männlichen Stöcke bei Selbstbestäubung überwiegend ihresgleichen geben, und die überwiegend zwitterigen Stöcke, mit dem Pollen dieser mehr männlichen bestäubt, mehr nahezu männliche Nachkommen hervorbringen, als mit ihrem eigenen Pollen (Geum).

b) Uebrigc Kormophyten (mit Anschluß der vorausgenommenen Blütenpflanzen).

Sie können nach ihrer geschlechtlichen Differenzierung — und damit auch für das Problem der Geschlechtsbestimmung — in folgende ansteigende Stufenleiter gebracht werden:

1. Stufe: Gemischtgeschlechtige Moose, isospore Farngewächse. Die Geschlechtsbestimmung besteht hier in der Entscheidung darüber, ob ein größeres oder kleineres Stück der haploiden (geschlechtlichen) Generation Antheridien oder Archegonien, männliche oder weibliche Gameten, bilden soll. Beiderlei Organe sind entfaltbar; zu den Anlagen der Species gehört aber außerdem, daß sie beide auch wirklich entfaltet werden, und daß dies in bestimmter Weise geschieht. Es ist eine Anlage für Gemischtgeschlechtigkeit vorhanden. An ihr wird bei der Bestimmung nichts geändert; das Archegonium oder der Sproß mit der weiblichen Blüte erhält nicht weibliche, das Antheridium oder der Sproß mit der männlichen Blüte nicht männliche Tendenz. Jede Zelle, also auch jede Keimzelle, behält die gemischtgeschlechtige Tendenz; es wird nur über die Bildung von Zellen von bestimmter Form und Funktion entschieden. Zur parthenogenetischen Entwicklung gebracht, würde die Eizelle nicht ein weibliches, das Spermatozoon nicht ein männliches Individuum geben, sondern beide würden zu zwitterigen. Die Geschlechtsbestimmung ist hier kein anderer Vorgang, als etwa der, der in einem Laubblatt die einen Zellen zu Pallisaden, die anderen zu Schwammparenchym usw. bestimmt. Deshalb wirken auch äußere Einflüsse relativ stark dabei ein.

Die entgegengesetzte Ansicht, daß mit der Bestimmung zu Antheridien und Archegonien die Zellen selbst männliche und weibliche Tendenz erhielten, unterscheidet nicht zwischen dem physiologischen Verhalten der Keimzellen beim Befruchtungsprozeß und ihrer Anlagengarnitur. Sie läßt sich auch experimentell widerlegen: Die Hüllblätter um die Archegonien eines weiblichen Astes des monöcischen Laubmooses *Physcomitrium*, das sich wie *Funaria* (S. 710) verhält, bringen Protonema hervor, das zunächst Sprosse mit Antheridien bildet, wie das aus Sporen oder aus den Hüllblättern und Paraphysen der (männlichen) Antheridienstände entstandene Protonema.

Zusammenfassend können wir für diese unterste Stufe der Kormophyten also sagen: Alle Zellen der haploiden Generation haben gemischtgeschlechtige Tendenz, an der bei der Bildung der männlichen und weiblichen Keimzellen nichts geändert wird. So erklärt sich, daß auch die aus der Vereinigung zweier solcher Keimzellen entstandene, diploide Generation (Sporogon, resp. beblättertes Farnkraut) gemischtgeschlechtig ist, und daß bei der Reduktionsteilung jede Spore diese Tendenz erhält, also eine gemischtgeschlechtige haploide Generation gibt.

2. Stufe: Getrenntgeschlechtige Moose, Schachtelhalme. Die haploide Generation ist schon getrenntgeschlechtig, die diploide noch gemischtgeschlechtig, wie Regenerationsversuche mit Laubmoosporogonen (E. MARCHAL) direkt gelehrt haben. Die Geschlechtsbestimmung besteht in der Hemmung der Fähigkeit der haploiden Generation, eine bestimmte Art Sexualorgane zu bilden. Teils werden die Antheridien, teils die Archegonien getroffen; je nach dem entstehen weibliche oder männliche Pflanzen. Die Bestimmung ist gewöhnlich außerordentlich fest (bei den Moosen) und das Geschlecht dann durchaus nicht beeinflussbar, selten lockerer (bei den Schachtelhalmprothallien), und dann kommt es leicht zur Bildung von beiderlei Geschlechtsorganen, statt von nur einerlei, auf allerlei Einflüsse hin.

Es steht fest, daß schon zweierlei (äußerlich ununterscheidbare) Sporen vorhanden sind, daß dieselbe Sporenkapsel resp. dasselbe Sporangium beiderlei Sporen enthält, endlich, daß aus derselben Sporenmutterzelle zwei Sporen mit männlicher und zwei Sporen mit weiblicher Tendenz entstehen (*Sphaerocarpus*, STRASBURGER).

Man wird sich die Geschlechtsbestimmung auf dieser zweiten Stufe so vorstellen dürfen, daß zu der Anlagengarnitur der vorhergehenden, ersten Stufe neue Anlagen für die haploide Generation hinzukommen, bei den einen Individuen ein „Weibchenbestimmer“, der für die Unterdrückung der Antheridien sorgt, bei der andern ein „Männchenbestimmer“, der für die Unterdrückung der Archegonien sorgt. Die Keimzellen bekommen diese neuen Anlagen mit, bei der Befruchtung treffen sie zusammen, sie werden in der diploiden Generation zusammen weitergegeben, bei der Reduktionsteilung aber wieder getrennt, so daß jede Spore nur die eine oder die andere enthält und also eine weibliche oder eine männliche haploide Generation gibt.

3. Stufe: Heterospore Farnpflanzen, gemischtgeschlechtliche Blütenpflanzen. Auch hier ist die haploide Generation getrenntgeschlechtlich, wie auf der vorhergehenden Stufe. Doch fällt die Entscheidung über das Geschlecht der haploiden Generation nicht erst ganz am Ende der diploiden, bei der Reduktionsteilung, sondern schon früher, bei der Anlegung des Sporangiums (*Marsilia*), des Sorus (*Salvinia*), des Sporophylls (*Isoëtes*, *Selaginella*, zwittrblütige Blütenpflanzen) oder des Sporophyllstandes (einhäusige Blütenpflanzen). Sie besteht in einer Unterdrückung des einen Anlagenkomplexes. Das zeigen z. B. jene „Monstrositäten“, bei denen ein Mikrosporophyll (Staubblatt) Samenanlagen und Antheren tragen kann (*Sempervivum*) oder in der Samenanlage Pollenkörner entstehen (*Petunia hybrida*, *Begonia* usw.).

Wann und wie die Entscheidung fällt, gehört zu den Merkmalen der Species und muß durch mindestens eine Anlage erblich fixiert sein, die zu der Anlagengarnitur der vorhergehenden zweiten Stufe neu hinzukommt. Die Entscheidung trifft aber nur das Geschlecht der haploiden Generation, sie bestimmt nur, ob Mikro- oder Makrosporen gebildet werden, und läßt den gemischtgeschlechtigen Charakter der diploiden Generation selbst unberührt. Die übrigen Zellen eines Staubblattes enthalten keine andere Tendenz als die eines Fruchtblattes; erst die Sporen (Pollenkörner und Embryosäcke) erhalten sie und nur für die Dauer der haploiden Generation. Sehr hübsch beweist das das zwittrige Geschlecht der aus Adventivembryonen oder durch somatische Parthenogenese entstandenen Nachkommen zwittriger Angiospermen, die aus Zellen von Fruchtblättern (weiblichen Sporophyllen) hervorgehen.

Bei Anlage eines Staubblattes wird so entschieden, daß Pollenkörner gebildet werden, wie etwa bei *Camellia* bei der Anlage eines Blattes entschieden wird, daß später Idioblasten gebildet werden.

4. Stufe: Getrenntgeschlechtliche Blütenpflanzen. Hier sind beide Generationen, die haploide und die diploide, getrenntgeschlechtlich. Die diploide hat die Fähigkeit verloren, normalerweise beiderlei haploide Generationen hervorzubringen (obschon die Anlagen dafür vorhanden bleiben), bei den „männlichen“ Pflanzen kann nur mehr eine männliche, bei den „weiblichen“ eine weibliche haploide Generation entfaltet werden. Die Bestimmung ist wieder, im Gegensatz zu der vorhergehenden Stufe, gewöhnlich eine außerordentlich feste; sie wird bedingt sein durch neu dazukommende Anlagen, einen „Weibchenbestimmer“, der hier die haploide männliche Generation unterdrückt, und einen „Männchenbestimmer“, der hier für die Ausbildung der haploiden männlichen Generation sorgt. Wie man sich von dieser Annahme aus die Geschlechtsbestimmung des Embryo, und damit also der diploiden Generation zurechtlegen kann, ist schon angedeutet worden (S. 717).

Überblickt man die vier Stufen, so kann man sagen, daß die Entscheidung über das Geschlecht zu immer früheren Zeitpunkten der Entwicklung fällt, immer weiter zurückverlegt wird. Der ursprüngliche zwittrige Zustand wird auf einen immer kürzeren Abschnitt der Entwicklung eingengt. Auf der ersten Stufe fällt die Entscheidung bei der Bildung von Archegonien und Antheridien (oder von Sprossen mit Archegonien und solchen mit Antheridien) der haploiden Generation. Auf der zweiten Stufe bei der Bildung der Sporen, aus denen entweder eine nur männliche oder eine nur weibliche haploide Generation entsteht. Auf der dritten Stufe schon bei der diploiden Generation bei a) der Bildung der Sporenbehälter, b) der Sporophylle oder c) der Sporophyllstände (Blüten). Auf der vierten Stufe endlich schon bei der Entstehung der diploiden Generation; der entfaltete zwittrige Zustand fehlt ihr ganz. Zweimal, auf der ersten und dritten Stufe, bleibt bei der Bestimmung der Anlagenzustand unverändert (wird nur die Ontogenese geändert), zweimal, auf der zweiten und vierten Stufe, spielt die ungleiche Verteilung erblicher Anlagen eine entscheidende Rolle, auf der vierten außerdem noch die Kombination der Keimzellen bei der Befruchtung. Sehr

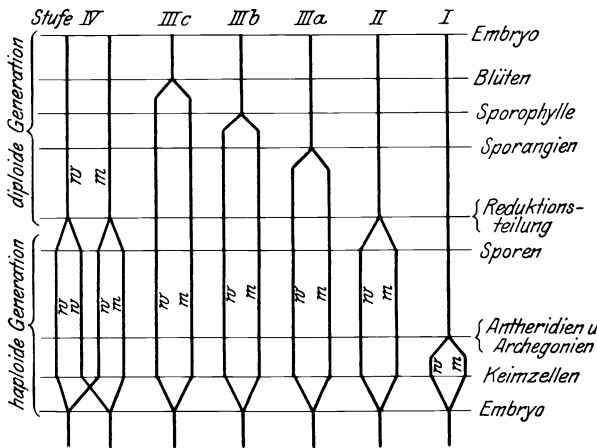


Fig. 1. Stufe I. Gemischtgeschlechtige Moose, isospore Farn- gewächse. II. Getrenntgeschlechtige Moose, Schachtel- halme. IIIa. Marsilea, Salvinia. IIIb. Isoetes, Sela- ginella, zwittrblütige Blütenpflanzen. IIIc. Einhäusige Blütenpflanzen. IV. Getrenntgeschlechtige Blütenpflanzen.

scharf tritt der Unterschied zwischen der Bestimmung, ob eine Blüte oder ob ein ganzes Individuum ein bestimmtes Geschlecht erhält, bei den Gynomonodiöcisten hervor: die weiblichen Blüten der gynomonöcischen Individuen der *Satureia hortensis* geben, wie die zwittrigen, gynomonöcische Nachkommen, die weiblichen Individuen, mit demselben Pollen, lauter Weibchen. — Es ist ganz ausgeschlossen, daß die Bestimmung auf allen vier Stufen durch den gleichen Vorgang geschieht.

Die vier Stufen sollen durch das nebenstehende kleine Schema noch deutlicher werden, das sich wohl selbst erklärt.

c) Thallophyten.

Hier haben wir über den Modus der Geschlechtsbestimmung einstweilen wenig mehr als Vermutungen.

In den Verwandtschaftskreisen mit ausgesprochenem Wechsel zwischen einer haploiden und einer diploiden Generation (S. 711) dürfte bei den Diöcisten die Geschlechtsbestimmung wie bei den diöcischen Moosen erfolgen (S. 720), d. h. bei der Reduktionsteilung erhält die Hälfte der Sporen einen männlichen, die Hälfte einen weiblichen Geschlechtsbestimmer für die haploide Generation, die beide zusammen bis zur Sporenbildung (unentfaltet) weitergegeben worden waren. So gut wie fest steht dieser Modus für die

diöcischen Laboulbeniaceen, wo die paarweise verbunden bleibenden, in Vierzahl im Askus entstandenen Askosporen je einem männlichen und einem weiblichen Pflänzchen den Ursprung geben.

Bei den Florideen und Dictyotales muß sich die Frage experimentell lösen lassen, besonders bei den Formen, deren Tetrasporen „zonatim divisae“ sind. Einstweilen wissen wir nur (durch HOYT), daß das Tetrasporen tragende Dictyota-Exemplar männliche und weibliche Geschlechtspflanzen in annähernd gleicher Zahl hervorbringt.

Von den getrenntgeschlechtigen Arten aus jenen Verwandtschaftskreisen, denen ein richtiger („antithetischer“) Generationswechsel fehlt, wollen wir zunächst die ins Auge fassen, wo die Reduktionsteilung vermutlich bei der Keimung der Zygote erfolgt, die diploide Generation aufs Minimum reduziert ist und die Geschlechtsbestimmung also die haploide Generation trifft. Hier könnte ebenfalls recht gut die Entscheidung über das Geschlecht bei der Reduktionsteilung fallen. Bei Ulothrix, den diöcischen Oedogonium-Arten würde die Zygote zwei weiblichen und zwei männlichen Zellfäden den Ursprung geben. Wenn Spirogyra wirklich diöcisch ist, würde der Zufall entscheiden, welche Tendenz der eine im Keimling erhalten bleibende Kern mitbekommt. Auch die diöcischen Charen ließen sich hier anschließen, wenn die Reduktionsteilung bei der Keimung der Oospore erfolgte. Wieder würde der Zufall bestimmen, welche Tendenz der in die erste Knotenzelle gehende Kern erhalte.

Ein anderer Modus der Geschlechtsbestimmung muß bei den getrenntgeschlechtigen Arten aus jenen Verwandtschaftskreisen vorkommen, wo die Reduktionsteilung vermutlich bei der Gametenbildung erfolgt, die haploide Generation also auf ein Minimum beschränkt ist, und die Bestimmung sich auf die diploide Generation bezieht. Bei einem diöcischen Fucus könnte z. B. (wenn die Angaben über die Reduktionsteilung bei der Bildung der Spermatozoen und Eier richtig sind) die Geschlechtsbestimmung in ähnlicher Weise wie bei den diöcischen Blütenpflanzen erfolgen. Das eine Geschlecht wäre homogametisch, das andere heterogametisch, die Eier enthielten z. B. die weibliche, die Spermatozoen teils diese, teils die männliche geschlechtliche Tendenz, und die Entscheidung über die diploide Generation fiele bei der Befruchtung. Es wird aber voraussichtlich sehr schwer sein, diesen Analogieschluß zur Gewißheit zu erheben.

Zu den Thallophyten, für die wir keine sicheren cytologischen Anhaltspunkte über den Zeitpunkt haben, zu dem in ihrer Entwicklung die Reduktionsteilung erfolgt, gehören noch immer die sonst so gut untersuchten Mucorineen. Sollte die Reduktionsteilung bei der Keimung der Zygoten eintreten, so müßte bei den diöcischen Species jedesmal eine Sorte Kerne vor dem Auswachsen eliminiert werden; sollte sie bei der Gametenbildung

eintreten (was nach dem Verhalten des *Basidiobolus* wahrscheinlicher ist), so müßte das + oder das — Geschlecht heterogametisch sein. — Daß der bei der Keimung der Zygote gebildete erste Sporangienträger eine diploide Generation darstellt und die Reduktion bei der Sporenbildung in seinem Sporangium erfolgt, erscheint wenig wahrscheinlich.

Der Annahme, die Bestimmung des Geschlechtes bei den Thallophyten wie bei den Kormophyten geschehe durch Anlagen, „Bestimmer“, stünde nicht im Wege, daß die Bestimmung selbst nicht immer scharf ist (*Spirogyra* - *Rhynchonema*, *Phycomyces*) und auch durch äußere Bedingungen beeinflussbar (Schachtelhalmprothallien) ist. Handelt es sich doch auch hier bei der Geschlechtsbestimmung des Individuums gewiß nur um die mehr oder weniger feste Unterdrückung eines Geschlechtes und nicht um die Beseitigung seiner Anlagen.

2. Geschlechtsbeeinflussung.

Für die getrenntgeschlechtigen Angiospermen ist experimentell beweisbar, und für alle getrenntgeschlechtigen Pflanzen wenigstens sehr wahrscheinlich, daß jedes Geschlecht, ja alle Keimzellen eines Geschlechtes, auch die Anlagen des entgegengesetzten Geschlechtes (s. S. 716) enthält und die Geschlechtsbestimmung nur in der Unterdrückung des einen Anlagenkomplexes zugunsten des anderen besteht. Damit ist auch bei ihnen theoretisch stets noch die Möglichkeit einer Geschlechtsänderung gegeben.

Es ist bekannt, daß diese hier und da, z. B. bei getrenntgeschlechtigen Bäumen (Weiden) an größeren oder kleineren Teilen ohne erkennbare äußere Ursache eintritt, hier und da auch wohl regelmäßig mit dem Altern (*Mercurialis annua*, Schachtelhalmprothallien). Wir wissen ferner, daß der Brandpilz *Ustilago violacea* bei den Weibchen der getrenntgeschlechtigen Sileneen, vor allem bei *Melandrium album* und *rubrum*, eine weitgehende Ausbildung der sonst ganz rudimentär gewordenen Staubgefäße und damit (Schein-)Zwitterigkeit veranlassen kann. Alle Versuche aber, derartige Veränderungen künstlich zu veranlassen, durch veränderte Ernährung sind einstweilen gescheitert. Das gilt sowohl für die getrenntgeschlechtigen Arten der Blütenpflanzen wie für die der Moose und der Mucorineen (Versuche von STRASBURGER, NOLL, BLASKESLEE) und geht auch aus dem Verhalten bei der Vermehrung durch Ableger im Freien hervor. Das Kunststück der *Ustilago violacea* läßt sich einstweilen nicht nachmachen, sie verwendet gewiß ganz spezifische Stoffe dazu. Selbstverständlich ist die Entwicklung der Rudimente zu Staubgefäßen mit starker Nahrungszufuhr verbunden; sie muß aber die Folge, braucht also nicht die Ursache des Anstoßes zur Entwicklung zu sein.

Die vielen Angaben über die Abhängigkeit des Zahlenverhältnisses der Männchen und Weibchen von Blütenpflanzen vom Alter des Saatgutes, den Ernährungsverhältnissen der Keimlinge (Dichtsaat, Düngung, Parasiten), vom relativen Alter der Pollenkörner und Eizellen haben teils einer kritischen Nachprüfung nicht standgehalten, teils haben sie nicht das primäre Sexualverhältnis getroffen, sondern haben nur das sekundäre noch weiter verschoben und sind durch eine ungleiche Resistenz der verschiedenen Keimzellen oder jungen Pflanzen schädlichen Einflüssen gegenüber zu erklären (durch welche die Abweichungen des sekundären Verhältnisses vom primären überhaupt zustande kommen werden). Denkbar ist natürlich auch eine Beeinflussung der Keimzellen, die zu einem „Umschlagen“ ihrer geschlechtlichen Tendenz führen könnte, aber sie ist nicht bewiesen und kaum wahrscheinlicher als die Beeinflussung des Embryo oder der Pflanze (der diploiden Generation).

Andere, günstigere Ergebnisse lassen sich bei monözischen und polygamen Gewächsen erzielen, überhaupt überall da, wo die beiden Anlagenkomplexe nicht nur vorhanden, sondern in gleich entfaltbarem Zustand vorhanden, resp. zur Entfaltung bestimmt sind. Hier wirken oft äußere Einflüsse sehr stark. Es ist im Prinzip immer das gleiche, ob, um nur einige Beispiele zu geben, ein gynomonöisches Individuum von *Satureia hortensis* durch geeignete Behandlung fast rein weiblich gemacht wird, oder ein andromonöisches Individuum von *Lilium* rein männlich, ob eine monöische Maispflanze durch den Ersatz der schwefelsauren *Magnesia* in der Nährlösung durch unterschwefelsaure rein männlich oder durch *Ustilago Maydis* teilweise zwitterig wird, ob man ein sonst gemischtgeschlechtiges Farnprothallium durch schlechte Ernährung rein männlich macht, ob eine *Saprolegnia* sich durch 0,1% Kaliumphosphat zur Bildung der Antheridien, durch 0,05% Hämoglobin zur Bildung der Oogonien anregen läßt: es handelt sich dabei um Änderungen, die nur das Soma des betreffenden Individuums, nicht seine erblichen Anlagen, treffen.

Bei den Kormophyten ist ganz deutlich (und bei den Thallophyten ist es gewiß auch so): Spielt die Reduktionsteilung, und damit wohl die ungleiche Verteilung von vererbten Anlagen, von „Bestimmern“, eine Rolle bei der Entscheidung des Geschlechts (Stufe 2 und 4, S. 720—721), so bleiben die äußeren Einflüsse (meist) wirkungslos; trifft die Entscheidung nur das Soma, nicht diese bestimmten Anlagen, so ist sie von außen her leichter modifizierbar (Stufe 1 und 3, S. 719—721).

Der Unterschied ist z. B. bei der gynodiöischen *Satureia hortensis* höchst auffallend: Die weiblichen Individuen lassen sich durch keinerlei Eingriffe dazu bringen, auch nur einzelne Zwitterblüten hervorzubringen; die gynomonöischen Individuen reagieren auf äußere Einflüsse prompt und lassen sich für einige Zeit sogar ganz weiblich machen — ohne Einfluß auf ihre Nachkommenschaft.

Daß in einem Falle, wo die Bestimmung wohl auch durch die Reduktionsteilung erfolgt, bei den Schachtelhalmprothallien, eine starke Beeinflußbarkeit nachgewiesen ist, schließt natürlich nicht aus, daß die Bestimmung bei diesem Modus sonst fester ist. Denn alle die einzelnen Merkmale, die uns ein Organismus zeigt, hängen einerseits von inneren Anlagen ab, zeigen sich aber andererseits doch nur so, wie die äußeren Bedingungen es ihnen gestatten; es handelt sich bei der Bestimmung und Beeinflussung des Geschlechts auch nur um ein Überwiegen auf seiten der Anlagen oder ein Überwiegen auf seiten der äußeren Einflüsse.

Literatur.

Es sei auf die Artikel „Bestäubung“ und „Fortpflanzung der Pflanzen“ im Handwörterbuch der Naturwissenschaften und die dort angeführte Literatur, sowie auf die Artikel über die einzelnen Pflanzengruppen hingewiesen.

Spezielle Literatur.

- C. CORRENS, Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. Berlin 1907.
- Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung polygamer Blütenpflanzen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft **26a**, 1908, G. A. 29, 598.
- und R. GOLDSCHMIDT, Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. Berlin 1913.
- CH. DARWIN, The different Forms of Flowers. London 1877.
- L. ERRERA und G. GEVAERT, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs etc. Bull. soc. roy. de botan. de Belgique. **18**, 1878.
- FR. HILDEBRAND, Die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen. Leipzig 1867.
- M. MOEBIUS, Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Jena 1897.
- FR. NOLL, Versuche über die Geschlechtsbestimmung bei diöcischen Pflanzen. Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn 1907.
- A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechterverteilung bei den Pflanzen. Bibliotheca Botanica, Heft 10, 17.
- G. H. SHULL, Reversible sex mutants in *Lychnis dioica*. Botanical Gazette **52**, 1911.
- E. STRASBURGER, Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biologisches Centralblatt **20**, 1900.
- Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechtes usw. Jena 1909.
- Über geschlechtsbestimmende Ursachen. Pringsheims Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik **47**, 1910.
- M. v. UEXKÜLL-GYLLENBAND, Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Compositen. Bibliotheca botanica, Heft 52. 1901.
-

37. Selbststerilität und Individualstoffe¹⁾.

Biologisches Centralblatt Bd. 33, Nr. 7, S. 389—423. 1913.

Einleitung und Literatur.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass im Tierreich wie im Pflanzenreich den erblichen Unterschieden, die eine Art von ihren nächsten Verwandten trennen, stets stoffliche Differenzen zugrunde liegen. Das ist bei Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung und im Stoffwechsel ohne weiteres deutlich, wenn z. B. zwei Tierarten verschieden kristallisierende Hämoglobine besitzen oder die Verschiedenheit ihrer Blutsera durch das Ausbleiben der Präzipitinreaktion verraten. Aber auch wenn die für uns erkennbaren Merkmale selbst nicht stofflicher Natur sind, wenn sie z. B. in Form- oder Größenunterschieden bestehen, müssen wenigstens die Anlagen, auf deren Entfaltung unter den gegebenen äußeren Bedingungen das Auftreten der betreffenden Merkmale beruht, chemisch verschiedene Körper sein.

Man darf also mit gutem Recht von spezifischen chemischen Stoffen sprechen; sie finden sich überall da, wo wir zwei systematische Einheiten durch konstante Unterschiede auseinander halten können, mag es sich dabei

¹⁾ Die nachfolgende Untersuchung ist in der „Festschrift zur 84. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster in Westfalen“, herausgegeben von der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Münster, S. 186—217, anfangs September 1912 erschienen. Da sie an dieser Stelle schwer zugänglich sein und doch einiges allgemeineres Interesse besitzen dürfte, bin ich dankbar dafür, dass sie auch in das Biologische Centralblatt aufgenommen werden konnte. Sie ist bis auf wenige Korrekturen ganz unverändert geblieben; ein kleiner Zusatz über die Ursache der Selbststerilität bei *Cardamine* auf S. 736 steht in Klammern.

Nachdem die Versuchspflanzen, auf deren Verhalten sich die nachstehende Mitteilung gründet, den Winter von 1910 auf 1911 alle sehr gut überstanden hatten, gingen im Winter 1911 auf 1912 mehr als zwei Drittel zugrunde, darunter die eine unersetzliche Stamm-pflanze und sämtliche Ableger, die ich davon gemacht hatte, so dass ich 1912 von vorn anfangen musste. Da es mindestens zwei Jahre dauern wird, ehe ich wieder so weit bin, wie ich schon war, gebe ich hier einstweilen die gewonnenen Resultate und behalte mir vor, auf das Thema zurückzukommen. Im einzelnen noch unvollständig, sind die Ergebnisse doch im Hauptpunkt beweisend, dafür, dass die Hemmungstoffe, die die Selbststerilität der *Cardamine pratensis* bedingen, nach bestimmten Gesetzen vererbt werden und keine Individualstoffe sind.

um „Arten“ handeln oder um Einheiten, die eine höhere Rangstufe einnehmen, also Gattungen, Familien etc. sind, oder um Einheiten, die eine niedrige Stufe darstellen und nur den Wert von Varietäten, Elementararten oder gar „Linien“ haben.

Immer mehr bricht sich die Erkenntnis Bahn, dass auch ganz geringfügige Merkmale vererbt werden, konstant sein können. Seit den 50er Jahren des verflossenen Jahrhunderts haben ALEXIS JORDAN und andere auf botanischem Gebiet gezeigt, dass eine ganze Reihe LINNÉ'scher „guter“ Arten aus einer Menge, oft aus einer Unzahl nächstverwandter, wenig verschiedener Sippen, „Elementararten“ („petites espèces“) bestehen, die bei der Aussaat wieder genau ihresgleichen hervorbringen.

Das Frühlingshungerblümchen (*Erophila verna*) und das Stiefmütterchen (*Viola tricolor*) sind z. B. schon von JORDAN selbst so zerlegt worden, Frauenmantel (*Alchimilla vulgaris*) und Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) erst in neuerer Zeit. — Als sich zu Anfang unseres Jahrhunderts diese Erkenntnis allgemein durchgesetzt hatte, trat W. JOHANNSEN mit dem Nachweis hervor, dass auch eine solche Elementarart noch nichts Einheitliches ist oder doch nichts Einheitliches zu sein braucht. Eine Gartensorte, z. B. die „braune Prinzessbohne“, besteht wieder aus einer Menge noch einfacherer, voneinander sehr wenig verschiedener, aber konstanter systematischer Einheiten niedrigsten Grades, „Linien“, deren Existenz sich nur durch besonders exakte Vererbungsversuche nachweisen lässt. Die Wirkung der vorübergehenden, das einzelne Individuum während der Ausbildung des Merkmals treffenden äußeren Einflüsse kann viel größer ausfallen als die Wirkung der inneren Verschiedenheiten der Linien unter sich, also der für die einzelnen Linien charakteristischen Anlagen. Die Linien sind dann als solche nicht ohne weiteres auseinander zu halten, sondern bilden zusammen eine „Population“. Die Unterscheidung zwischen dem, was von den Eigenschaften eines Individuums durch die veränderlichen äußeren Einflüsse (die „Ernährung“ im weitesten Sinne) bedingt wird, und dem, was von der (säkular) unveränderlichen, inneren Beschaffenheit, den Anlagen, abhängt, tritt nach diesen Untersuchungen erst recht scharf hervor.

Solche niedrigsten systematischen Einheiten, wie die Linien JOHANNSEN'S, sind sicher überall im Tier- und Pflanzenreich vorhanden. Sie sind aber nur da ohne weiteres nachzuweisen, wo die Fortpflanzung ausschließlich oder fast ausschließlich durch Selbstbefruchtung oder auf ungeschlechtlichem Wege vor sich geht. Je sicherer durch Geschlechtertrennung, Selbststerilität oder auf andere Weise dafür gesorgt ist, dass die Linien fortwährend untereinander bastardiert werden, desto schwerer ist ihr Nachweis, bis er schließlich fast unmöglich wird.

Man wird mit vollem Recht selbst den Linien JOHANNSEN's spezifische Stoffe, „Linienstoffe“, zuschreiben dürfen, und es ist verführerisch, noch einen Schritt weiter zu gehen und als letzte Konsequenz auch für die einzelnen Individuen einer Linie verschiedene charakteristische chemische Stoffe, „Individualstoffe“, anzunehmen. In diesem Sinne haben sich z. B. HAMBURGER, ABDERHALDEN, JOST¹⁾ geäußert. ABDERHALDEN²⁾ spricht z. B. von Tatsachen, die wohl geeignet sind, „nicht nur jede Tierart, sondern vielleicht auch jedes Einzelindividuum als ein in seinem ganzen Stoffwechsel wohlabgegrenztes und charakterisiertes Wesen erscheinen zu lassen.“ Auch V. HÄCKER³⁾ hält sich mit R. FICK berechtigt, nicht nur von Art-, sondern auch von Individualplasma zu sprechen.

Meiner Meinung nach hat man nur dann ein Recht, von einem „Individualstoff“ zu sprechen, wenn man darunter einen dem betreffenden Individuum eigenen, bestimmten chemischen Körper, wenn auch von sehr kompliziertem Bau, verstehen will. In diesem Sinne ist der Begriff Individualstoff jedenfalls von einem Teil der genannten Autoren, z. B. von JOST, verstanden worden.

Um die Möglichkeit zu beweisen, dass jedes Individuum einer Linie oder Art einen anderen Individualstoff ausbildet, hat man auf die zahlreichen Modifikationen hingewiesen, in denen eine sehr kompliziert gebaute organische Verbindung vorkommen kann. MIESCHER⁴⁾ hat wohl zuerst in ähnlichem Zusammenhang betont, dass ein Eiweiß- oder Hämoglobinmolekül bei seiner enormen Größe und seinen vielen asymmetrischen Kohlenstoffatomen eine kolossale Menge von Stereoisomeren erlaubt. Danach scheint es auf den ersten Blick wohl möglich, dass jedes Individuum eines größeren Artbestandes, z. B. eines Roggenfeldes, sein eigenes Isomer besitzt, wenn es auch für die Gesamtheit aller in einem Jahre vorhandenen Roggenpflanzen⁵⁾ kaum möglich wäre. Überlegt man sich die Sachlage aber näher, so wird man, wie ich glaube, bald finden, daß sie nicht so einfach ist. Nur dann ist z. B. die Möglichkeit gegeben, dass jede Roggenpflanze eines Feldes auch wirklich ein anderes Isomer erhält, wenn entweder die einzelnen Isomeren überlegt auf die einzelnen Pflanzen verteilt werden, was natürlich ausgeschlossen ist, oder

¹⁾ L. JOST, Über die Selbststerilität einiger Blüten. *Botan. Zeit.* 1907, Heft V u. VI (1907), p. 112; hier die Zitate für HAMBURGER (*Arteigenheit und Assimilation*, Leipzig und Wien 1903) und E. ABDERHALDEN (*Der Artbegriff und die Artkonstanz auf biologisch-chemischer Grundlage*. *Naturwiss. Rundschau*, p. XIX, p. 557, 1904).

²⁾ E. ABDERHALDEN, *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, II. Aufl., p. 891 (1909).

³⁾ V. HÄCKER, *Allgemeine Vererbungslehre*, II. Aufl., p. 27 (1912).

⁴⁾ FR. MIESCHER, *Histochemische und physiologische Arbeiten*, Bd. I, p. 117 (1897).

⁵⁾ Rechnet man die mit Roggen bebaute Fläche für Deutschland zu 6 Millionen Hektar, für Europa zu 41 Millionen (nach dem statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1903) und nimmt für den Quadratmeter 100 Roggenpflanzen an, so erhält man für jedes Jahr 6 resp. 41 Billionen Roggenpflanzen.

wenn, bei Entstehung und Verteilung durch den Zufall, die Zahl der Isomeren unendlich viel größer ist als die Zahl der Pflanzen. Sonst müssen sehr rasch Wiederholungen eintreten und dieselben Individuen denselben Stoff erhalten¹⁾.

Schon von dieser Seite dürften der Annahme, dass jedes, oder annähernd jedes Individuum seinen eigenen Stoff bildet, sehr erhebliche Bedenken entgegenstehen; die Hauptschwierigkeit scheint mit aber auf einer anderen Seite zu liegen.

Die Bildung der Stoffe, die für die einzelnen Individuen charakteristisch sein sollen, kann nicht von äußeren Einflüssen abhängen, denn dann wären sie nicht dem einzelnen Individuum eigen, sie kann auch nicht durch Anlagen bestimmt sein, dann wären sie ererbt und würden von Generation zu Generation weiter gegeben, und es könnte sich ebenfalls nicht um den einzelnen Individuen eigene Stoffe handeln. Es müsste vielmehr jedesmal bei der Befruchtung, aus der das Individuum hervorgeht, eine besondere Verbindung oder ein besonderes Isomer entstehen, konstant für das betreffende Individuum — denn dieses besitzt sie sein Leben lang —, aber mit dem Individuum zugrunde gehend, wobei der „Zufall“ die stets wechselnde Atomgruppierung besorgen müsste.

Nun kennen wir aber zurzeit mit Sicherheit an den Organismen des Tier- und Pflanzenreichs keine anderen Eigenschaften als solche, die entweder von inneren vererbten Anlagen oder von äußeren Einflüssen herrühren, oder, richtiger ausgedrückt, wir kennen nur Eigenschaften, die auf inneren Anlagen beruhen und unter dem Einfluss der äußeren Faktoren entfaltet werden. Für Eigenschaften, die so entstünden, wie die Individualstoffe entstehen müssten, fehlen sichere Beispiele. Jost hat dies deutlich empfunden; er sagt²⁾: „Schwieriger ist die Frage nach der Entstehung immer neuer solcher Stoffe bei der fortwährenden Neuentstehung von Individuen.“ Das beweist natürlich nicht, dass es solche Eigenschaften nicht geben kann, mahnt aber zur Vorsicht und fordert dazu auf, das ganze Problem der „Individual-

¹⁾ Es sei die Zahl der Individuen so groß, wie die Zahl der möglichen Isomeren, nämlich = n , und der Zufall entscheide nicht nur, was für ein Isomer jedesmal entsteht, sondern auch, welches Individuum dieses Isomer in jedem einzelnen Falle erhält, so stehen für das zweite Individuum nicht mehr n -Isomeren zur Verfügung, sondern nur $n - 1$ (eine hat ja schon das erste Individuum erhalten), für das dritte $n - 2$, für das vierte $n - 3$ usw., bis für das letzte Individuum nur noch ein Isomer übrig ist. Für das zweite Individuum sind die Chancen, ein anderes Isomer zu erhalten als das erste, $\frac{n \cdot (n - 1)}{n \cdot n}$, für das dritte $\frac{n \cdot (n - 1) \cdot (n - 2)}{n \cdot n \cdot n}$ u. s. f.; für das letzte $\frac{n!}{n^n}$. Dieser Wert $n!$ wird mit steigendem n sehr rasch verschwindend klein gegenüber den Potenzen von n . Für $n = 2$ ist die Chance, dass jedes Individuum ein anderes Isomer bekommt, $\frac{1}{2}$, für $n = 3$ ist sie $\frac{2}{3^2}$, für $n = 4$ $\frac{3!}{4^3}$, für $n = 5$ $\frac{4!}{5^4}$, für $n = 6$ schon $\frac{5!}{6^6}$ u. s. w. Nur dadurch, dass die Zahl der möglichen Isomeren größer ist als die der zu versendenden Pflanzen, und zwar in einem Verhältnis, das sehr viel rascher zunimmt als die Zahl der Pflanzen, kann das ausgeglichen werden.

²⁾ l. c. S. 111.

stoffe“ genauer zu prüfen. Ein Versuch dazu soll im folgenden gemacht werden, durch Untersuchung der Selbststerilität. Wenn irgendwo, so scheint hier die Annahme besonderer, für jedes Individuum eigentümlicher Stoffe berechtigt, wie wir gleich sehen werden.

Es ist eine Anzahl Blütenpflanzen bekannt, bei denen zwar Staubgefäße und Stempel in derselben Blüte in durchaus tauglichem Zustand ausgebildet werden, bei denen aber die Belegung der Narbe mit dem eigenen Blütenstaub völlig oder fast völlig unwirksam ist. Sie sind „selbststeril“. Dabei bleibt es sich im wesentlichen gleich, ob der Blütenstaub aus den Staubgefäßen derselben Blüte stammt oder aus denen einer anderen Blüte desselben Stockes. Ja, auch der Blütenstaub eines anderen Individuums, das auf ungeschlechtliche m Wege, als Steckling, als Ableger, als Pfropfreis etc., aus dem ersten hervorgegangen ist oder von der gleichen, ungeschlechtlichen Herkunft ist, bleibt wirkungslos. Mit dem „fremden“ Blütenstaub eines anderen, auf geschlechtlichem Wege entstandenen Individuums tritt dagegen normaler Fruchtsatz ein. Entsprechendes kommt auch bei hermaphroditischen Tieren vor; die Eier lassen sich dann durch das Sperma desselben Individuums nicht befruchten.

Diese für Pflanzen schon längere Zeit, vor allem durch DARWIN¹⁾ bekannt gewordene Erscheinung ist zuletzt von L. JOST²⁾ einer eingehenden Untersuchung unterworfen worden, wobei die Frage nach den Ursachen der Selbststerilität im Vordergrund stand. JOST konnte nachweisen, dass bei solchen Gewächsen der eigene Blütenstaub schon auf der Narbe und dann weiterhin im Griffel in seiner Entwicklung (bei der Bildung der Pollenschläuche) gehemmt ist, so dass die Befruchtung der Eizellen in den Samenanlagen des Fruchtknotens nicht oder nur ausnahmsweise eintreten kann, während der fremde Blütenstaub die zur Befruchtung nötigen Schläuche ungehindert entwickeln kann. JOST sieht als Ursache dafür die Anwesenheit „individueller“ Stoffe an, wie vor ihm schon STRASBURGER³⁾, wenn auch in etwas anderem Sinne. Er neigt zur Ansicht, dass die eigenen Individualstoffe gleichgültig seien, dass dagegen die individuellen Stoffe aus einer anderen Blüte Stimulantia sind, und stützt sich dabei auf Erfahrungen, die er bei seinen Versuchen, Pollenkörner in künstlicher Nährlösung zur normalen

1) CH. DARWIN, Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Stuttgart 1877, p. 322f.

2) L. JOST, Über die Selbststerilität einiger Blüten. Botan. Zeit. 1907. Heft V u. VI. Die Fälle, in denen die Narbe verletzt werden muss, damit der Blütenstaub auf ihr keimen kann, wo aber, nach dieser Verletzung, fremder und eigener Pollen gleich tauglich zur Befruchtung ist, scheiden für uns aus. Hier besteht keine Selbststerilität, es muss nur überhaupt ein Insektenbesuch erfolgen, damit eine wirksame Bestäubung eintritt. Man könnte solche Pflanzen (der Goldregenbaum, *Cytisus Laburnum*, gehört dazu) einfach in die Kategorie der „Herkogamen“ stellen.

3) E. STRASBURGER, Über fremdartige Bestäubungen (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XVII, p. 84), 886.

Schlauchbildung zu bringen, machte. Es stellte sich dabei heraus, dass das nie gelang. Die Schläuche blieben, auch günstigsten Falles, viel zu kurz. Das führte ihn zu der Annahme, dass ihnen in der Natur von Narbe und Griffel Stoffe geboten werden, die wachstumsfördernd wirken, und dies wiederum zur Annahme, dass bei den selbstbestäubten Blüten selbststeriler Pflanzen diese nötigen Reizstoffe für Pollenkörner und Pollenschläuche nicht vorhanden sind.

Wir wollen hier auf die Gründe für und wider nicht eingehen und einfach von Hemmungsstoffen sprechen, die die normale Entwicklung des eigenen Pollens verhindern, mag diese Hemmung wörtlich zu nehmen sein, oder nur auf dem Ausbleiben einer Förderung der Pollenkeimung beruhen. Darin, dass es sich dabei nicht um das Protoplasma, oder gar das Idioplasma, handeln kann, sondern nur um lösliche, diffusionsfähige Stoffe, stimme ich JOST vollkommen bei.

Es herrscht nun offenbar die Ansicht, dass der Pollen jedes fremden (aus einem anderen Sexualakt hervorgegangenen) Individuums die Befruchtung ausführen kann. JOST¹⁾ sagt vorsichtiger, es schein so zu sein. Verhielte sich die Sache wirklich so, dann bliebe freilich kaum etwas anderes übrig, als anzunehmen, dass „immer neue solche Stoffe bei der fortwährenden neuen Entstehung von Individuen entstehen“.

Hier konnte das Experiment einsetzen. Auffallenderweise hat sich aber noch fast niemand mit dieser Fragestellung an die selbststerilen Organismen herangewagt, und die wenigen einschlägigen Versuchsreihen sind mit Individuen angestellt worden, die aufs Geratewohl herausgegriffen und nicht unter dem Gesichtspunkt ausgewählt waren, ob die Hemmungsstoffe vererbt oder neu gebildet würden.

Von DARWIN²⁾ haben wir einige Angaben für die Gartenreseda (*Reseda odorata*), deren Individuen teils selbststeril, teils selbstfertil sind. Er führte zwischen fünf selbststerilen Pflanzen (A, B, C, D, E) fast alle möglichen Verbindungen aus, die meisten auf beide Weisen (als A ♀ + B ♂, B ♀ + A ♂ etc.; es fehlt B + E), und fand sie alle fertil, während alle Selbstbestäubungen erfolglos blieben. Leider ist über die Herkunft, resp. die eventuelle Verwandtschaft der fünf Individuen gar nichts bekannt.

Vor allem ist aber hier T. H. MORGAN's³⁾ zu gedenken, der bei seinen ausgedehnten Versuchen über die Selbststerilität der hermaphroditischen

¹⁾ l. c. p. 111. ²⁾ l. c. p. 332 u. 327f.

³⁾ T. H. MORGAN, Some further Experiments on Self-fertilization in *Ciona*. Biological Bulletin, Vol. VIII, No. 6, May 1905, und Cross- and Self-Fertilization in *Ciona intestinalis*. Arch. f. Entwickelungsmech. d. Organ. XXX (Fest-)Band für Prof. ROUX, II. Teil (1910). Die erste Mitteilung aus dem Jahre 1903 ist mir unzugänglich. — Die Tatsache der Selbststerilität wurde zuerst von CASTLE festgestellt.

Ascidie *Ciona* auch die Frage studiert hat, ob das Sperma eines Individuums die Eier aller anderen Individuen mit gleicher Leichtigkeit befruchten könne. Er hat zu diesem Zweck über 600 Kreuzungen zwischen verschiedenen Individuen ausgeführt. Das Ergebnis war, dass durchaus nicht jede Kombination, bei der fremde Eier und Spermatozoen zusammengebracht wurden, den gleichen guten Erfolg (Befruchtung) hatte, ja, dass in vielen Fällen überhaupt keine Befruchtung eintrat. Zum Teil mag daran, worauf MORGAN hinweist, die schädigende Wirkung des Blutes und der Körpersäfte schuld sein, deren Beimischung bei seiner Versuchsanstellung nicht ganz verhindert werden konnte, und deren Menge bei den einzelnen Versuchen ungleich ausgefallen sein wird. Die Unterschiede sind aber so groß, dass die Erklärung auch nach MORGAN'S Meinung nicht ganz ausreicht. Es ist also wenigstens sehr wahrscheinlich, dass bei *Ciona* nicht jedes Individuums Eier von jedes Individuums Sperma befruchtet werden können; die von MORGAN mitgeteilten Tatsachen geben aber, soviel ich sehe, keinen Anhaltspunkt dafür, ob daran die zufällige Ausbildung desselben Individualstoffes Schuld ist (S. 3) oder die Überlieferung desselben Linienstoffes durch Vererbung.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass die Eier eines Individuums A z. B. auf sechs Schalen (A, A, A, A, A, A,) in Seewasser verteilt wurden, die eines zweiten Individuums in gleicher Weise auf sechs Schalen (B, B, B . . .) u. s. w., bis die Eier von sechs Tieren (A—F) in 36 Schalen verteilt waren. Dann wurde das Sperma des Individuums A dem Vas deferens entnommen und zu je einem Gefäß mit den Eiern von A, von B, von C u. s. w. gegeben, hierauf mit dem Sperma von B in gleicher Weise verfahren u. s. w., bis jede der 36 möglichen Kombinationen der sechserlei Eier und Spermatozoen ausgeführt war. Im folgenden gebe ich einen beliebig herausgegriffenen Versuch MORGAN'S mit vier Individuen wieder, der sich nach dem eben Gesagten von selbst erklärt. Die Eier sind mit großen, das Sperma mit kleinen Buchstaben bezeichnet, die Zahlen unter den einzelnen Kombinationen geben die Prozentzahl der befruchteten Eier an, die in der betreffenden Schale gefunden worden waren:

Aa	Ab	Ac	Ad
0	2	0	8
Ba	Bb	Bc	Bd
100	0	50	100
Ca	Cb	Cc	Cd
100	100	0	100
Da	Db	Dc	Dd
5	2	1	0

Aa, Bb, Cc, Dd sind die resultatlos gebliebenen, auf Selbstbefruchtung hinzielenden Kombinationen; von den auf Fremdbefruchtung hinauslaufen-

den gehören immer zwei als reziprok zusammen: Ab und Ba, Ac und Ca etc. Es muss auffallen, dass diese Paare sehr oft unähnliche Resultate gegeben haben, nicht bloß in der oben reproduzierten Versuchsreihe, sondern überhaupt. Hierbei mögen zwar ungleich starke Verunreinigungen mit Blut und Körpersäften eine Rolle gespielt haben, gewiss ist aber auch eine besondere Beschaffenheit des Sperma und Eies bei dem einzelnen Tier beteiligt. So waren in der oben mitgeteilten Versuchsreihe die Eier von A und D „poor“, wie MORGAN sich ausdrückt. Vielleicht spricht sich darin der Anfang einer Geschlechtsdifferenzierung aus.

Auf die zahlreichen Versuche MORGAN's, den Grund der Selbststerilität zu ermitteln und sie womöglich zu überwinden, so dass Selbstbefruchtung einträte, kann ich hier nicht näher eingehen, so interessant sie sind; es sei nur bemerkt, dass er die Selbstbefruchtung durch künstliche Eingriffe nicht erzwingen konnte. Er nimmt an, das Ei von *Ciona* verdanke seine „Immunität“ dem eigenen Sperma gegenüber der Unfähigkeit des Sperma, in dem Ei jene Prozesse hervorzurufen, die zur Aufnahme des Spermatozoons in das Ei führen. Es werde nicht die Aktivität des Sperma vom Ei aus geschädigt, es handle sich vielmehr um eine spezifische Reaktion zwischen Ei und Sperma an der Eioberfläche.

Die eigenen Versuche.

I. Das Versuchsmaterial.

Die ersten Versuche habe ich 1902 mit dem Bastard *Petunia nyctagini-flora* + *violacea* angestellt, den ich 1901 erzeugt¹⁾ und von dem ich elf Stöcke überwintert hatte, die alle Geschwister waren, wenn sie auch zum Teil *P. violacea*, zum Teil *P. nyctagini-flora* zum Vater hatten. Als ich durch Selbstbestäubung die zweite Generation herstellen wollte, fand ich, dass sechs Individuen selbstfertil waren, I, IV, VIII, IX, X, XI, drei ganz selbststeril, II, V, VII, und zwei, III und VI, fast selbststeril. Ferner wollten durchaus nicht alle Verbindungen gelingen. Ich versuchte darauf, soweit es die gegebene Blütenzahl und Zeit erlaubten, alle möglichen Kombinationen auszuführen. Die Ergebnisse bestätigten die ersten Beobachtungen. So gelang es z. B. nie, II mit V oder II mit VII zu verbinden, weder auf dem einen, noch auf dem anderen Wege, während andere Kombinationen stets und sehr leicht gelangen. Auch die Verbindung eines selbststerilen mit einem selbstfertilen Individuum wollte zuweilen durchaus nicht glücken.

Ich habe 1903 auch bei der zweiten Generation auf das Vermögen, mit eigenen Pollen anzusetzen oder nicht, geachtet. Es schien mir aber das Material durch das gleichzeitige Auftreten selbstfertiler und selbststeriler Ge-

¹⁾ C. CORRENS, Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XIX, p. (90), 1901, G. A. 8, 282.

schwister und durch das Fehlen der (nicht aufgehobenen) Elternpflanzen für die weitere Verfolgung der sofort aufgetauchten Frage nach der Vererbung der Hemmungsstoffe nicht besonders geeignet, und ich nahm mir vor, an einer anderen Pflanze, die für die erste Orientierung günstiger wäre, die Untersuchung neu aufzunehmen. Es schien mir nämlich von besonderer Wichtigkeit, mit einem Objekt experimentieren zu können, das nicht nur das gegenseitige Verhalten der Geschwister zueinander zu prüfen gestattete, sondern auch das der Kinder zu ihren beiden Eltern. Wenn irgendwo, so musste sich hier am ehesten die Vererbung der Hemmungsstoffe zeigen. Die Erfahrung hat das auch bestätigt; an Hand der bis jetzt ermittelten Tatsachen über das Verhalten der Kinder untereinander wäre es mir kaum möglich gewesen, zu den später mitzuteilenden, relativ einfachen Ergebnissen zu gelangen.

Es konnte sich also nur um eine ausdauernde, wiederholt blühende Pflanze handeln. Dabei war es von Wichtigkeit, dass der Zeitraum vom Keimen der Samen bis zum Blühen nicht zu lange dauerte. Versuche, die ich 1904 mit Lilienarten aus der Verwandtschaft des *Lilium bulbiferum* begonnen hatte, haben aus diesem Grunde bis jetzt noch kein Resultat gegeben. Ein ganz gutes Material schien mir dagegen *Cardamine pratensis*, unser überall verbreitetes „Wiesenschaumkraut“, abzugeben. Dass diese Crucifere selbststeril ist, wurde 1896 von F. HILDEBRAND, dem wir so viele hübsche biologische Beobachtungen verdanken, nach sorgfältigen Versuchen mitgeteilt¹⁾, JOST²⁾ konnte diese Angabe bestätigen, insofern die aus dem botanischen Garten der Universität Straßburg stammenden Versuchspflanzen überhaupt nicht ansetzten, ja auch am Standort sich selbst überlassen kaum Früchte ausbildeten. JOST glaubt, dass ihm eine sterile Rasse, HILDEBRAND aber eine fertile vorgelegen habe. Ohne eingehende Prüfung lässt sich das Verhalten der Freiburger und Straßburger *Cardamine* natürlich nicht definitiv aufklären; ich halte es für möglich, dass JOST mit Individuen experimentierte, die auf ungeschlechtlichem Wege aus einer Mutterpflanze hervorgegangen waren, was ja bei den Pflanzen eines Botanischen Gartens besonders leicht der Fall sein kann.

Bei *Cardamine pratensis* ist es leicht, in Jahresfrist kräftige blühende Pflanzen zu ziehen, wenn die Samen gleich nach der Reife ausgesät werden; ohne grobe Verstöße gelingt auch die Überwinterung im Kasten leicht.

Über die Ursachen der Selbststerilität kann ich folgendes angeben: Auf den Narben der selbstbestäubten Blüten keimen die Pollenkörner zwar zum Teil, schmiegen sich auch oft mit kurzen, an der Spitze verbreiterten Schläuchen

¹⁾ F. HILDEBRANDT, Einige Biologische Beobachtungen. 1. Über Selbststerilität bei einigen Cruciferen. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XIV, p. 324, 1896.

²⁾ l. c. p. 97.

sehr eng an die Narbenpapillen an, dringen aber nicht ein. Bei fremdbestäubten Narben fand ich dagegen die Pollenschläuche schon nach 24 Stunden im Gewebe der Narbe und nach 48 Stunden im oberen Teil des Fruchtknotens, mindestens $1\frac{1}{2}$ mm von der Narbenoberfläche entfernt. Weiter habe ich diese Frage einstweilen nicht verfolgt; das Beobachtete genügte, um zu zeigen, dass die Entscheidung darüber, ob der Bestäubung die Befruchtung folgt, wenigstens in der Regel schon auf der Narbe selbst gefällt wird.

[Die Pollenkörner keimen in 15 bis 30% Rohrzucker mit 4% Gelatine ganz gut, am besten in 20 und 25%. Das zeigt, dass sie zur Keimung keinen besonderen Reizstoff brauchen, dass folglich das Ausbleiben der Keimung auf der selbstbefruchteten Narbe durch einen wirklichen Hemmungsstoff veranlasst werden muss. Die Wirksamkeit solcher Stoffe zeigt sich sehr hübsch, wenn man in dem Tropfen Nährlösung vor der Aussaat des Pollens einige Narbenköpfe zerquetscht: die Körner keimen dann nicht mehr. Merkwürdigerweise habe ich aber diese Hemmung nicht nur mit den Narben derselben Pflanze, die auch den Pollen hervorgebracht hat, erhalten, sondern auch mit Narben von Pflanzen, die sich mit diesem Pollen befruchten ließen. Ich werde auch diese Versuche fortsetzen.]

Die Versuche wurden 1910 mit zwei Pflanzen ♂ und ♀ begonnen, die aus den Wiesenflächen des botanischen Gartens zu Münster stammten und sich schon durch die Blütenfarbe unterscheiden ließen. Die eine, ♀, blühte besonders hell lila, fast weiß, die andere, ♂, hatte besonders intensiv lila gefärbte Blüten. Auch sonst waren sie in mehreren Punkten deutlich verschieden. Sie wurden gewählt, um sicher Individuen von verschiedener geschlechtlicher Herkunft zu haben, und setzten auch, in einem Kalthaus isoliert und (27. bis 30. April) von Zeit zu Zeit gegenseitig bestäubt, sehr schöne Schoten an, während bei künstlicher Selbstbestäubung weder ♂ noch ♀, wie vorauszusehen war, ansetzte. Die Schoten reiften in Gazesäckchen heran (wegen des elastischen Aufspringens der Klappen), die frisch geernteten Samen wurden am 3. Juni auf sterilisierte Erde ausgesät,

♂ ♀ + ♀ ♂ als Nr. 1,

♀ ♀ + ♂ ♂ als Nr. 2.

Am 19. Juli waren die Keimlinge so weit entwickelt, dass sie (von mir selbst) pikiert werden konnten; am 24. August wurden von beiden Nummern (unter meiner Aufsicht) je 30 Pflanzen einzeln in Töpfe gesetzt und (von mir selbst) mit 1a, 1b, 1c . . . 1ae und 2a, 2b, 2c . . . 1ae etikettiert. Die Töpfe wurden in einen Kasten gestellt, so weit auseinander, daß die Blätter jedes Topfes nicht auf die Erde der Nachbartöpfe kommen konnten¹⁾, und so überwintert.

¹⁾ Wegen der bekannten ungeschlechtlichen Vermehrung durch blattbürtige Adventivpflanzen.

Die Erde für das Pikieren und Einzelpflanzen war nicht sterilisiert worden; diese Vorsicht wäre auch nicht nötig gewesen, wie die Beobachtung der Unkrautpflanzen lehrte, die sonst auf der verwandten Erde auftraten.

Die Überwinterung gelang sehr gut, und im Frühjahr 1911 standen also außer den beiden Elternpflanzen 60 Pflanzen der ersten Generation (F 1) zu Versuchen bereit. Sie wurden bei Beginn der Blüte in einem geräumigen, vierteiligen Gazehaus untergebracht, worin sie sich ganz gut hielten. Jede Bestäubung wurde womöglich an drei Blüten ausgeführt, oft an mehr. Dabei wurden in den zu bestäubenden Blüten zunächst die Antheren der vier längeren Staubgefäße entfernt. Diese Maßnahme schien mir wünschenswert, um den fremden Pollen bei allen Narben recht gleichmäßig auftragen zu können und ihn nicht durch den eigenen Pollen der Blüte gewissermaßen zu „verdünnen“, was ja von Fall zu Fall hätte ungleich stark geschehen können.

Da von vornherein sicher war, dass nicht alle möglichen Kombinationen (gegen 4000) ausgeführt werden konnten, entschloss ich mich, zunächst das Verhalten der Kinder und Eltern gegenüber dem Pollen zweier neuer, sicher nicht blutsverwandter Pflanzen festzustellen, dann möglichst genau das Verhalten des Pollens beider Eltern ihren sämtlichen 60 Kindern gegenüber zu ermitteln und endlich noch das Verhalten des Pollens von so vielen Kindern als möglich allen ihren 59 Geschwistern gegenüber zu prüfen. Bei der relativ kurzen Blütezeit konnte das Ergebnis der ersten derartigen Bestäubungen keinen sicheren Fingerzeig für die Auswahl neuer Pollenlieferanten geben. Es wurden deshalb beliebig herausgegriffene Individuen verwandt.

Die Ergebnisse entsprachen nicht ganz meinen Erwartungen; sie waren nicht so eindeutig scharf, wie ich gehofft hatte, und zwar in doppelter Hinsicht.

Einmal zeigte es sich bald, dass dieselbe Kombination, mit demselben Individuum A als Pollenlieferant und demselben Individuum B als Lieferant der Narben, unter möglichst gleichen Bedingungen zuweilen gelang und zuweilen versagte, aus Ursachen, die ich noch nicht übersehe. Um einige besonders auffällige Beispiele zu nennen, gaben das erste Mal vier Blüten von 1 l mit Pollen von ♂ ein durchaus negatives Resultat; das zweite Mal weitere vier Blüten alle guten Ansatz. Oder es gaben das erste Mal drei Blüten von 1 r, wieder mit Pollen von ♂, zweimal keinen, einmal einen guten Ansatz, bei der Wiederholung weitere sechs Blüten alle einen guten u. s. w. Es liegt nahe, an einen Einfluss des Alters der Narbe und des Blütenstaubes zu denken, doch waren diese bei einigen hierauf gerichteten Versuchen auch noch in dem ältesten Zustand, in dem ich sie bei den Bestäubungen verwendet hatte,

tauglich. Hier und da beobachtete ich bei einzelnen Stöcken eine Neigung zur Reduktion der Stempel, besonders bei den ersten Blüten, und dadurch mag ein großer Teil der Misserfolge zu erklären sein. Ganz ausgeschlossen ist es schließlich nicht, dass eine mosaikähnliche Ausbildung verschiedener Hemmungstoffe bei demselben Individuum vorkommen kann; doch ist diese Annahme wohl sehr wenig wahrscheinlich. — Dass in solchen Fällen die positiven Resultate den Ausschlag zu geben hatten, war selbstverständlich; es werden aber durch diese Erfahrungen die nur an einigen wenigen Blüten gewonnenen negativen Ergebnisse mehr oder weniger verdächtig.

Größere Schwierigkeiten für die Beurteilung der Ergebnisse bot das „schlechte“ Ansetzen; wenn z. B. in einer Schote nur einige wenige Samen oder nur einer ausgebildet wurde¹⁾, und die übrigen in gleicher Weise bestäubten Blüten gar nicht ansetzten. Lag dann wirklich ein ausnahmsweise erfolgtes Ansetzen mit dem absichtlich zur Bestäubung benutzten, sonst unwirksamen Pollen vor, oder eine zufällige Verunreinigung des Versuches durch fremden, wirksamen Pollen? (Dass der schlechte Ansatz auf einem dritten Wege, durch Selbstbestäubung, zustande gekommen sei, die hier und da, trotz der Entfernung der oberen Antheren (S. 737), eingetreten sein wird, war nach dem völlig negativen Ausfall aller speziell darauf abzielenden Versuche ganz unwahrscheinlich.)

Unbeabsichtigte Bestäubungen sind nun neben den gewollten sicher unterlaufen. Das war daran zu erkennen, dass auch sonst hier und da an den Versuchspflanzen einzelne Blüten mehr oder weniger gut angesetzt hatten, ohne dass sie überhaupt zu Versuchen verwendet worden wären. Als Ursache kommen die Manipulationen in Betracht, die beim Herausnehmen der Pflanzen behufs Bestäubens und beim Wiederhereinstellen in die Abteilungen des Gazehauses vorgenommen werden mussten, vor allem aber die unvermeidlichen Berührungen einzelner anderer Blüten bei der Kastration, der Bestäubung und vor allem der Markierung der zum Versuche ausgewählten Blüten. Auch beim Gießen der Töpfe und durch einzelne, dabei gelegentlich eingedrungene und nicht sofort bemerkte Insekten mögen die Ergebnisse gestört worden sein. 1912 habe ich aber auf all diese Fehlerquellen viel besser geachtet und nur noch ganz ausnahmsweise den „spontanen“ Ansatz beobachten können. Trotzdem erhielt ich bei den absichtlich bestäubten Blüten wieder, relativ wohl ebensooft als 1911, den „schlechten“ Ansatz. Wenn nun nicht noch andere, bisher nicht genügend berücksichtigte Fehlerquellen in Frage kommen,

¹⁾ Im letzteren Falle sprangen die Schoten trotzdem ganz normal auf. Dies ist mit Rücksicht auf die Versuche K. v. GOEBEL's, durch Abtöten aller jungen Samen bis auf einen die Schote von *Sinapis arvensis* zur Schließfrucht zu machen (Naturw. Wochenschr., N. F., Bd. X, S. 829, 1911), von Interesse.

sprechen die Ergebnisse dafür, dass es wirksamere und weniger wirksame Hemmungsstoffe gibt, eine unerwünschte Komplikation des Problems. Hier können nur weitere Untersuchungen Klarheit bringen.

II. Das Verhalten der Eltern und Kinder dem Pollen anderer, sicher nicht verwandter Pflanzen gegenüber.

Es schien mir von Wichtigkeit, festzustellen, ob unter den 60 Kindern nicht etwa einzelne völlig steril wären. Zu diesem Zwecke wurden sie und auch die beiden Eltern \mathcal{G} und \mathcal{B} mit dem Pollen zweier Stöcke bestäubt, die sicher weder untereinander, noch mit den Versuchspflanzen blutsverwandt sein konnten. Als solche Pollenlieferanten benützte ich eine Pflanze \mathcal{R} vom Züricher See und eine zweite \mathcal{B} aus Schwaben¹⁾.

Es wurden meist je drei Blüten bestäubt, und sie setzten sowohl bei den Eltern als auch bei sämtlichen Kindern fast ausnahmslos sehr gut an. In den wenigen Fällen, wo mir der Erfolg zunächst zweifelhaft erschien, wiederholte ich den Versuch mit neuen Blüten und erzielte dann stets einen vollen Erfolg. Ich führte mit Pflanze \mathcal{R} auch einige Male den umgekehrten Versuch aus, indem ich je zwei bis fünf von ihren Blüten mit Pollen von 1 o, 1 r, 1 s, 1 u und 2 a b bestäubte. Auch so erhielt ich, von einer einzigen schlecht ansetzenden Blüte abgesehen, lauter tadellose Schoten.

Ich verzichte darauf, die Ergebnisse einzeln wiederzugeben, weil sie eben ganz gleichmäßig und eindeutig ausfielen: alle Versuchspflanzen setzten, sobald sie nur mit dem richtigen Pollen bestäubt wurden, ausnahmslos und gut an, und zwar konnte der Pollen *ein und desselben* Individuums sie *alle* befruchten. Von den Eltern und den 60 neuentstandenen Individuen hatte also keines denselben Hemmungsstoff gebildet, wie \mathcal{R} oder \mathcal{B} . Dies Resultat ist für die Bewertung der folgenden Versuche sehr wichtig.

III. Das Verhalten der Kinder den Eltern gegenüber.

Ich gebe zunächst das Resultat der Bestäubungen in Form einer Tabelle. Sie erklärt sich wohl von selbst (z. bedeutet ziemlich, s. sehr, schl. schlecht). (Tabelle 1, S. 740.)

Ist die Zahl der bestäubten Blüten als Summe gegeben, z. B. 4 + 6 oder 4 + 3, so war der Versuch zweimal ausgeführt worden; der erste Summand bezieht sich dann auf den ersten, der zweite auf den zweiten Versuch. Dann ist, wenn nötig, auch das Ergebnis in die zwei Summanden zerlegt aufgeführt. Die Rubrik „Typus“ wird erst später erklärt werden.

¹⁾ Die eine verdanke ich der Freundlichkeit von Verwandten, die andere der des Herrn Apothekers VÖLTER in Nürtingen, dem ich auch an dieser Stelle noch meinen besten Dank ausspreche.

Tabelle 1.

Verhalten der Kinder bei der Bestäubung mit dem Pollen ihrer beiden Eltern.

Vers.- Pfl.	bestäubt mit ♂		bestäubt mit ♀		Typus der Vers.- Pfl.
	Zahl der Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	
1 a	4 + 6	4 + 2 nichts, 3 z. gut	4	3 s. gut, 1 nichts	B g
1 b	4 + 3	alle nichts	4	alle gut	B g
1 c	4 + 4	4 nichts, 4 gut	4 + 3	2 nichts, 2 + 3 gut	b g
1 d	4 + 3	3 nichts, 1 + 3 s. gut	3 + 4	3 + 3 nichts, 1 schl.	b G
1 e	3 + 4	alle nichts	4 + 3	3 + 2 nichts, 1 + 1 z. schl.	B G
1 f	4	3 s. gut, 1 beschäd.	4 + 3	4 nichts, 3 z. schl.	b G
1 g	4	alle s. gut	4 + 3	3 + 2 nichts, 1 + 1 z. schl.	b G
1 h	4	alle gut	2 + 3	alle nichts	b G
1 i	3	alle gut bis z. gut	3 + 3	alle nichts	b G
1 k	4 + 5	3 + 4 nichts, 1 gut, 1 schl.	4 + 3	1 + 1 nichts, 1 + 1 schl., 2 + 1 gut	B G?
1 l	5	alle gut	3	alle nichts	b G
1 m	4 + 9	2 + 9 nichts, 2 gut	3 + 3	1 + 3 nichts, 2 schl.	B G?
1 n	4 + 6	alle nichts	3 + 3	3 + 2 nichts, 1 einsamig	B G
1 o	4 + 6	2 + 4 gut bis s. gut, 2 + 2 nichts	7	5 gut, 2 nichts	b g
1 p	4	3 s. gut, 1 mäßig	4	alle s. gut	b g
1 qu	4	alle s. gut	4 + 3	alle nichts	b G
1 r	3 + 6	1 + 6 gut, 2 nichts	4	3 gut, 1 nichts	b g
1 s	4 + 8	4 nichts, 8 gut	3 + 3	3 nichts, 3 s. gut	b g
1 t	4 + 4	4 nichts, 4 gut	4 + 3	3 + 2 nichts, 1 schl., 1 eins.	b G
1 u	5 + 5	5 + 4 nichts, 1 schl.	3	2 gut, 1 schl.	B g
1 v	4 + 6	4 nichts, 6 s. gut	4 + 3	4 nichts, 3 gut	b g
1 w	4 + 9	alle nichts	3	2 gut, 1 nichts	B g
1 x	3	alle gut	3	alle gut	b g
1 y	4 + 9	4 + 8 nichts, 1 s. schl.	3	alle s. gut	B g
1 z	3	alle gut	3 + 4	2 + 4 nichts, 1 s. schl.	b G
1 aa	4 + 4	4 + 2 nichts, 2 schl.	3 + 3	2 nichts, 1 + 3 s. gut	B g
1 ab	4 + 6	4 nichts, 6 gut bis s. gut	4 + 3	alle nichts	b G
1 ac	3 + 7	alle nichts	2 + 4	2 + 1 nichts, 2 gut, 1 schl.	B G
1 ad	11	alle nichts	4	1 z. gut, 2 schl., 1 nichts	B G
1 ae	4	alle gut	4 + 3	4 + 1 nichts, 1 mit einem Sa., 1 schl.	b G
2 a	3	alle gut	4	3 gut, 1 schl.	b g
2 b	4 + 3	alle nichts	3	alle z. gut	B g
2 c	4 + 7	4 + 5 nichts, 2 s. schl.	3	2 s. schl., 1 nichts	B G
2 d	3	alle s. gut	3 + 4	2 + 4 nichts, 1 z. gut	b G
2 e	4	alle s. gut	5 + 3	5 + 1 nichts, 1 schl., 1 z. gut	b G
2 f	4 + 6	alle nichts	4 + 4	3 + 3 nichts, 1 s. schl., 1 eins.	B G
2 g	3 + 6	alle nichts	3	gut bis z. gut	B g
2 h	4 + 8	4 + 7 nichts, 1 s. schl.	3	alle s. gut	B g
2 i	3	alle s. gut	4	3 s. gut, 1 z. schl.	b g
2 k	2 + 5	2 + 4 nichts, 1 z. schl.	4	alle nichts	B G
2 l	4 + 6	alle nichts	7	6 nichts, 1 s. schl.	B G
2 m	4 + 7	alle nichts	3 + 3	alle nichts	B G
2 n	3 + 7	1 + 7 gut, 1 schl., 1 s. schl.	3 + 3	2 + 3 nichts, 1 s. schl.	b G

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Vers.- Pfl.	bestäubt mit ♂		bestäubt mit ♀		Typus der Vers.. Pfl.
	Zahl der Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	
2 o	10	alle nichts	3 + 3	1 + 3 gut, 2 nichts	B g
2 p	10	alle nichts bis auf 1 ein- samige Schote	3	alle gut	B g
2 qu	5	alle s. gut	3	alle gut	b g
2 r	3 + 3	3 + 2 nichts, 1 mäßig	3	alle (z.) gut	B g
2 s	4	alle gut	3	alle gut	b g
2 t	3 + 7	alle nichts	3 + 4	alle nichts	B G
2 u	4 + 6	3 + 6 nichts, 1 s. schl.	3	alle s. gut	B g
2 v	4 + 6	4 nichts, 6 gut	3	alle gut	b g
2 w	3 + 7	3 + 4 nichts, 3 s. schl.	4 + 3	4 + 1 nichts, 2 s. schl.	B G
2 x	4	alle gut	2	alle gut	b g
2 y	3 + 7	2 + 7 (s.) gut, 1 schl.	4	alle s. gut	b g
2 z	3	2 (s.) gut, 1 nichts	3	alle s. gut	b g
2 aa	4 + 7	4 + 6 nichts, 1 schl.	3 + 7	alle nichts	B G
2 ab	4 + 8	alle nichts	3	2 s. gut, 1 verwelkt	B g
2 ac	4 + 11	1 + 11 mäßig bis s. gut, 1 ganz schl., 2 nichts	3 + 3	3 + 2 nichts, 1 schl.	b G
2 ad	3	alle gut	3	alle gut	b g
2 ae	3	2 s. gut, 1 nichts	4 + 3	2 + 3 nichts, 2 (s.) schl.	B G

Es war meine Absicht gewesen, auf Grund dieser ersten Ergebnisse im Jahre 1912 alle Kinder, soweit nötig, nochmals besonders genau auf das Verhalten dem Pollen der Eltern gegenüber zu prüfen. Das war nun leider aus dem eingangs angegebenen Grunde nicht möglich; von den beiden Eltern stand mir nur noch ein Ableger der Pflanze ♂ = ♂ δ, und von den Kindern noch 8 Pflanzen der Nr. 1 und 9 Pflanzen der Nr. 2 in blühbarem Zustande zur Verfügung. Die Versuche, die ich damit anstellte, sind in Tabelle 2 mitgeteilt. Zum Vergleich sind die Ergebnisse von 1911 aus Tabelle 1 vorangestellt (siehe Tabelle 2).

Wie man sieht, stimmen die Ergebnisse von 1912 sehr gut zu denen des Vorjahres. Außer der Zuverlässigkeit meiner damals gewonnenen Beobachtungen geht aus ihnen auch hervor, dass sich der Ableger (♂ δ), wie zum voraus zu erwarten war, genau so verhält wie die Stamm-pflanze (♂).

Es waren 1911 auch einige Male die Eltern ♂ und ♀ mit dem Pollen einiger ihrer Kinder bestäubt worden — nicht nur die Kinder mit dem Pollen der Eltern. Das Ergebnis bringt Tabelle 3, in der auch die reziproken, entsprechenden Versuche aus der Tabelle 1 zum bequemeren Vergleich nochmals aufgeführt werden.

Tabelle 2.

Verhalten eines Teiles der Kinder bei der Bestäubung mit dem Pollen des Elters ♂ und des Ablegers ♂ δ.

Vers.-Pfl.	bestäubt 1911 mit ♂		bestäubt 1912 mit ♂ δ		Typus
	Zahl der Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	
1 e	3 + 4	alle nichts	9	alle nichts	B
1 f	4	3 s. gut, 1 beschädigt	4	alle gut	b
1 k	4 + 5	3 + 4 nichts, 1 schl., 1 gut	9	nichts, nur 1 Schote m. 1 Sa.	B
1 l	5	alle gut	4	alle gut	b
1 s	4 + 8	4 nichts, 8 gut	6	5 gut, 1 nichts	b
1 u	5 + 5	5 + 4 nichts, 1 schl.	6	5 nichts, 1 schl.	B
1 aa	4 + 4	4 + 2 nichts, 2 schl.	12	alle nichts	B
1 ae	4	alle gut	5	alle gut	b
2 b	4 + 3	alle nichts	12	10 nichts, 2 s. schl.	B
2 e	4	alle s. gut	6	alle gut	b
2 g	3 + 6	alle nichts	9	8 nichts, 1 s. schl.	B
2 h	4 + 8	4 + 7 nichts, 1 s. schl.	15	14 nichts, 1 s. schl.	B
2 i	3	alle s. gut	2	beide s. gut	b
2 qu	5	alle s. gut	6	alle gut	b
2 r	3 + 3	3 + 2 nichts, 1 mäßig	5	4 nichts, 1 s. schl.	B
2 x	4	alle gut	4	alle s. gut	b
2 y	3 + 7	2 + 7 (s.) gut, 1 schl.	2	beide gut	b

Tabelle 3.

Reziproke Bestäubungen zwischen Kindern und Eltern.

Elter ♂			Elter ♀		
Versuch ♂ + ♀	Zahl der bestäubt. Blüten	Ergebnis	Versuch ♀ + ♂	Zahl der bestäubt. Blüten	Ergebnis
♂ + 1 c	3	alle gut	♀ + 1 c	—	—
1 c + ♂	4 + 4	4 nichts, 4 gut	1 c + ♀	4 + 3	2 nichts, 2 + 3 gut
♂ + 1 l	3	alle gut	♀ + 1 l	3	alle nichts
1 l + ♂	5	alle gut	1 l + ♀	3	alle nichts
♂ + 1 m	2	1 nichts, 1 schl.	♀ + 1 m	3	2 nichts, 1 mäßig
1 m + ♂	4 + 9	2 + 9 nichts, 2 gut	1 m + ♀	3 + 3	1 + 3 nichts, 2 schl.
♂ + 1 x	2	beide mäßig bis gut	♀ + 1 x	2	beide gut
1 x + ♂	3	alle gut	1 x + ♀	3	alle gut
♂ + 1 ae	2	beide gut	♀ + 1 ae	2	beide nichts
1 ae + ♂	4	alle gut	1 ae + ♀	4 + 3	4 + 1 nichts. 1 m. 1 Sa., 1 schl.
♂ + 2 b	2	beide nichts	♀ + 2 b	2	beide nichts
2 b + ♂	4 + 3	alle nichts	2 b + ♀	3	alle z. gut
♂ + 2 d	1	gut	♀ + 2 d	2	1 gut, 1 nichts
2 d + ♂	3	alle sehr gut	2 d + ♀	3 + 4	2 + 4 nichts, 1 z. gut

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Elter ♂			Elter ♀		
Versuch ♀ + ♂	Zahl der be- stäubt. Blüten	Ergebnis	Versuch ♀ + ♂	Zahl der be- stäubt. Blüten	Ergebnis
♂ + 2 e	4	3 gut, 1 s. schl.	♀ + 2 e	2	beide nichts
2 e + ♂	4	alle s. gut	2 e + ♀	5 + 3	5 + 1 nichts, 1 schl. lz. gut
♂ + 2 t	2	beide nichts	♀ + 2 t	3	alle nichts
2 t + ♂	3 + 7	alle nichts	2 t + ♀	3 + 4	alle nichts

In allen Fällen, einen ausgenommen, stimmt das Ergebnis der beiden reziproken Bestäubungen sehr gut überein, selbst darin, ob es ganz entscheidend ausfiel, oder etwas zweideutig blieb. Die einzige sichere Ausnahme ist ♀ + 2 b und 2 b + ♀, die eine Bestäubung gab bei zwei Blüten keinen, die andere bei drei Blüten einen ziemlich guten Ansatz. Sie konnte 1912 nicht nachgeprüft werden, weil ♀ und die von ihm gemachten Ableger sämtlich zugrunde gegangen waren.

Die Wiederholung im Jahre 1912 und die reziproken Bestäubungen des Jahres 1911 stimmen in ihren Ergebnissen untereinander und mit den in Tabelle 1 zusammengestellten Hauptversuchen so weit überein, dass man daraus einige Schlüsse ziehen kann. Sie dürfen im großen und ganzen als völlig gesichert angesehen werden, selbst wenn im einzelnen die eine oder andere Pflanze falsch beurteilt sein sollte.

Diese Schlüsse sind:

1. Die Kinder lassen sich nach ihrem Verhalten einem bestimmten Elter gegenüber in zwei Klassen bringen: die Individuen der einen Klasse sind mit diesem Elter bei wechselseitiger Bestäubung fertil, die Individuen der anderen Klasse bleiben steril (oder setzen nur sehr schlecht an).

In der „Typus“ überschriebenen Kolonne der Tabelle 1 sind die Individuen, die mit dem Pollen der Eltern ♂ oder ♀ fruchtbar sind, mit dem entsprechenden kleinen Buchstaben (b oder g), die damit sterilen mit dem entsprechenden großen Buchstaben (B oder G) bezeichnet.

2. Beide Klassen sind ungefähr gleich groß.

Zählt man die verschiedenen Buchstaben der Spalte „Typus“ in Tabelle 1 zusammen, so erhält man:

Tabelle 4.

Es sind	mit ♂		mit ♀	
	fertil „b“	steril „B“	fertil „g“	steril „G“
bei 1	18	12	13	17
bei 2	14	16	17	13
bei 1 und 2 zusammen	32	28	30	30

Die beiden nach dem Verhalten gegenüber dem Elter \mathcal{G} gebildeten Klassen sind (zufällig) genau gleich groß (umfassen also je 30 Individuen); die nach dem Verhalten gegenüber dem Elter B gebildeten Klassen sind nur wenig verschieden (32 : 28). Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass die Auszählung erst erfolgte, nachdem die wenigen zweifelhaften Exemplare in der einen oder anderen Klasse definitiv untergebracht waren.

3. Das Verhalten eines bestimmten Kindes gegenüber dem einen Elter ist völlig unabhängig von seinem Verhalten dem anderen Elter gegenüber; ist es z. B. mit dem Pollen von B fertil, so kann es mit dem von G entweder auch fertil oder steril sein.

4. Es lassen sich folglich die Kinder nach dem Verhalten ihren beiden Eltern gegenüber in vier Klassen bringen, resp. es lassen sich vier Typen unterscheiden:

- A. fertil mit beiden Eltern (mit \mathfrak{B} und \mathcal{G}) Klasse 1, Typus bg
- B. fertil mit dem einen, steril mit dem anderen Elter: Klasse 2, Typus bG
 - a) fertil mit \mathfrak{B} , steril mit \mathcal{G} Klasse 3, Typus Bg
 - b) fertil mit \mathcal{G} , steril mit \mathfrak{B} Klasse 4, Typus BG
- C. steril mit beiden Eltern (mit \mathfrak{B} und \mathcal{G}) Klasse 4, Typus BG

5. Ist das Verhalten gegenüber \mathfrak{B} von dem gegenüber \mathcal{G} völlig unabhängig, so müssen die vier Klassen ungefähr gleich groß sein und ungefähr je ein Viertel der Kinder umschließen. Die Auszählung der Tabelle 1 ergibt:

Tabelle 5.

Exemplare		bei 1	bei 2	bei 1 und 2 zusammen	berechnet
in Klasse 1	vom Typus bg	7	9	16	15
„ „ 2	„ „ bG	11	5	16	15
„ „ 3	„ „ Bg	6	8	14	15
„ „ 4	„ „ BG	6	8	14	15
zusammen		30	30	60	60

Man sieht, die gefundenen Werte stimmen mit den zu erwartenden ($1/4$ von $60 = 15$) überein, zufälligerweise ganz auffallend. Natürlich wurden auch hier die Zählungen erst ausgeführt, als alle Beobachtungen abgeschlossen waren.

Die nächste Frage ist: Worauf beruht es nun wohl, wenn ein Kind mit dem Pollen eines Elters gar nicht ansetzt, während es mit dem Pollen eines anderen Individuums völlig fruchtbar ist? Die einzige mögliche Erklärung scheint mir zu sein: es setzt nicht an, weil es denselben Hemmungsstoff ausgebildet hat, wie dieses sein Elter. Das ist jedesmal etwa bei der Hälfte der Kinder der Fall, und kann kein Spiel des Zufalls bei einer Entstehung neuer individueller Hemmungsstoffe sein. Sahen wir doch, dass

dieser Zufall auch nicht einem der Kinder einen der Hemmungsstoffe gegeben hat, die bei den nicht blutsverwandten Pflanzen \mathfrak{R} und \mathfrak{B} vorkommen (S. 739). Es ließe sich ferner von vornherein denken, dass eine einfache Weitergabe des Hemmungsstoffes von der Mutter an einen Teil ihrer Kinder vorläge. Erinuert man sich jedoch daran, dass die Hälfte der Kinder auch mit dem Pollen jenes Elters steril ist, das die Rolle des Vaters gespielt hat, also dessen Hemmungsstoff besitzt (die Pflanzen von Versuch 1 [$\mathfrak{B}\text{♀} + \mathfrak{G}\text{♂}$] und Versuch 2 [$\mathfrak{G}\text{♀} + \mathfrak{B}\text{♂}$] verhielten sich ja z. B. gegenüber \mathfrak{B} ganz gleich), so fällt diese Annahme ohne weiteres hin. Die männliche und die weibliche Keimzelle sind offenbar hierin völlig gleich. Für die Ausbildung der Hemmungsstoffe müssen richtige „Anlagen“ vorhanden sein, sie werden einfach auf die Hälfte der Nachkommen vererbt. Es fehlt jede Berechtigung, die Hemmungsstoffe als Individualstoffe in dem früher (S. 729) definierten Sinne anzusprechen. Es handelt sich vielmehr um Stoffe, die den niedrigsten systematischen Einheiten — wir wollen sie mit JOHANNSEN'S Linien identifizieren — eigen sind: die Hemmungsstoffe sind Linienstoffe.

Die Tatsache, dass dasselbe Kind mit seinen beiden Eltern steril bleiben kann, während diese doch miteinander angesetzt haben, legt ferner die Annahme nahe, dass ein Individuum mindestens zwei gleichzeitig wirksame Hemmungsstoffe hervorbringen kann, einen, der den Pollen des einen Elters, und einen, der den Pollen des anderen Elters an der normalen Weiterentwicklung hindert.

Es ist weiterhin daran zu erinnern, dass die Kinder, die mit dem Pollen eines ihrer Eltern oder mit dem beider Eltern ansetzen, also die wirksamen Hemmungsstoffe der Eltern nicht besitzen, doch selbststeril sind, folglich andere aktive Hemmungsstoffe ausbilden als diese. Diese Hemmungsstoffe könnten entweder völlig neu oder bei den Eltern zwar der Anlage nach vorhanden sein, aber nicht wirklich ausgebildet, nicht wirksam werden, mit einem Wort, bei den Eltern „rezessiv“ sind. Die erste Annahme, dass es sich um völlig neue Stoffe handle, scheint mir wenig wahrscheinlich, schon deshalb, weil wir bei den Geschwistern dieser Pflanzen vererbte Hemmungsstoffe auftreten sehen, und wir dann zweierlei Stoffe ganz verschiedener Herkunft bei den nächsten Verwandten demselben Zweck dienstbar gemacht fänden. Wahrscheinlicher ist die zweite Annahme, dass es sich um die Entfaltung von Anlagen handle, die bei den Eltern rezessiv vorhanden waren. Dass jedes Individuum mehr als eine Anlage für Hemmungsstoffe besitzt, geht ja, sobald man deren erbliche Übertragung überhaupt zugibt, sogleich daraus hervor, dass jedes Individuum aus der Vereinigung der Keimzellen zweier anderer Individuen hervorgeht, die mindestens je einen besonderen Hemmungsstoff gebildet haben müssen (hätten beide den gleichen ausgebildet, so hätte

ja die Befruchtung nicht eintreten können, aus der das neue Individuum hervorging).

Berücksichtigen wir endlich noch die Tatsache, dass die Hälfte der Kinder denselben Hemmungsstoff wie das eine Elter, die Hälfte einen oder einige andere ausbildet, so können wir uns aus all dem etwa folgendes, in einem Punkte freilich noch unklares Bild von der Vererbung der Hemmungsstoffe machen:

Jedes der Eltern bildet mindestens einen aktiven Hemmungsstoff aus, in unserem Fall das eine Elter \mathfrak{B} den Stoff B, das andere Elter \mathfrak{G} den Stoff G. Außerdem ist bei jedem noch mindestens eine Anlage für einen anderen Hemmungsstoff im inaktiven Zustande vorhanden (als nicht entfaltete Anlage); wir wollen den des einen Elters b, den des anderen g nennen. Die „Erbformeln“ wären dann B b für das eine und G g für das andere Elter. Bei der Keimzellbildung tritt nun eine Spaltung ein; das eine Elter bildet zur Hälfte Keimzellen mit der Anlage B, zur Hälfte solche mit der Anlage b, und das andere Elter zur Hälfte Keimzellen mit der Anlage G, zur Hälfte solche mit der Anlage g. Bestäubt man nun die beiden Eltern wechselseitig miteinander, so sind acht Kombinationen gleich gut und gleich oft möglich:

Tabelle 6.

Komb.	Eltern $\mathfrak{B} \text{ ♀} + \mathfrak{G} \text{ ♂}$	Resultat (Kinder)	Komb.	Eltern $\mathfrak{G} \text{ ♀} + \mathfrak{B} \text{ ♂}$	Resultat (Kinder)
1	Keimzellen			Keimzellen	
1	B + G	BG	5	G + B	BG
2	B + g	Bg	6	G + b	Bg
3	b + G	bG	7	g + B	bG
4	b + g	bg	8	g + b	bg

Dass B mit b und G mit g wieder zusammenkommen, ist durch die Selbststerilität verhindert, die keine Vereinigung der Keimzellen desselben Individuums zulässt, gleichgültig, was für eine Anlage sie übertragen¹⁾.

Das Ergebnis sind die vier gleich großen Individuenklassen, die wir tatsächlich beobachtet und in Tabelle 1 unter der Rubrik „Typus“ auch vorweg mit denselben Buchstaben bezeichnet haben. Das Verhalten den beiden Eltern gegenüber erklärt sich auch ohne weiteres, wenn man im Sinne behält, dass B und G die Anwesenheit der Hemmungsstoffe der Eltern bedeutet, b und g deren Fehlen. B verbunden mit B muss also z. B. ohne Ergebnis bleiben, b mit B ansetzen.

¹⁾ Es ist vielleicht nicht überflüssig, noch besonders darauf hinzuweisen, dass darüber, ob eine Befruchtung erfolgt oder nicht, die Beschaffenheit der beiden Elternpflanzen entscheidet, nicht die Beschaffenheit der Anlagen, die den Keimzellen im unentfalteten Zustande mitgegeben werden.

Tabelle 7.

Kinderklasse	bestäubt mit dem Elter	Resultat	bestäubt mit dem Elter	Resultat	
BG	}	—	}	—	
Bg		—		G	+
bG		+			—
bg		+			+

Klasse B G ist also mit beiden Eltern steril, Klasse b g mit beiden fertil, Klasse B g nur mit G, Klasse b G nur mit B fruchtbar.

So gut all das zusammenpasst, in e i n e m Punkte herrscht doch Unstimmigkeit. Um zu erklären, dass die Individuen der Klasse B G mit dem Pollen beider Eltern nicht ansetzen, müssen wir annehmen, dass sie die Hemmungsstoffe dieser beiden Eltern auch wirklich ausbilden, B darf weder über G dominieren, noch ihm gegenüber rezessiv sein. Umgekehrt mußten wir aber annehmen, dass von den Hemmungsstoffen, die sowohl das eine als das andere Elter (P_1) von seinen beiden Eltern (P_2) (den Großeltern von B G, B g etc.) überkommen haben, der eine entfaltet, der andere inaktiv geblieben ist. Sonst hätten wir das Ansetzen von b g mit beiden Eltern nicht erklären können. Hier müssen weitere Untersuchungen, besonders über das Verhalten der Kinder untereinander und der Enkel gegen ihre Eltern und Großeltern, Klarheit bringen, Untersuchungen, die wohl Komplikationen ergeben, aber den Grundgedanken der Vererbung der Hemmungsstoffe nach dem Spaltungsgesetz bestehen lassen dürften.

IV. Das Verhalten der Kinder untereinander.

Meine Beobachtungen hierüber gehen einstweilen noch nicht weit, reichen aber doch für einige Schlüsse aus. Von den 3540 möglichen Verbindungen der 60 Kinder untereinander habe ich 1911 nur 720 ausgeführt und zwar so, dass immer das Verhalten des Blütenstaubes eines Kindes allen seinen 59 Geschwistern gegenüber geprüft wurde. Nach und nach konnten so 12 beliebig herausgegriffene Individuen als Pollenlieferanten benutzt werden; der Zufall fügte es insofern recht günstig, als sich nachträglich herausstellte, dass alle vier oben genannten Klassen (B G, B g, G b, b g) darunter vertreten waren. Dagegen konnten jedesmal nur wenige Blüten für einen Versuch verwendet werden, meist nur drei, und die Versuche konnten auch nicht wiederholt werden, so dass die Ergebnisse auf völlige Genauigkeit noch weniger Anspruch machen können, als die der schon besprochenen Versuche, wo die Kinder mit dem Blütenstaub der Eltern bestäubt worden waren. Immerhin treten auch hier sehr deutliche Gesetzmäßigkeiten hervor, sobald man die Ergebnisse so zusammenstellt, dass man die Wirkung ein und desselben Blütenstaubes auf die Geschwister derselben Klasse leicht überblicken kann. Das ist in den nachfolgenden Tabellen geschehen. (s. bedeutet sehr, z. ziemlich, schl. schlecht, f. fast, g. ganz oder gut, n. nichts, mäß. mäßig.)

Tabelle 8 A—D.
Kinder untereinander bestäubt.

Tabelle 8 A.
Kinder vom Typus bg als Pollenlieferanten.

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit						
	1 c		1 p		1 x		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	
bg	1 c	—	—	3	2 schl., 1 nichts	3	alle gut
	1 o	4	2 gut, 2 nichts	3	1 gut, 2 nichts	3	alle nichts
	1 p	3	alle s. gut	6	alle nichts	3	2 z. gut, 1 nichts
	1 r	2	beide nichts	3	2 gut, 1 nichts	3	alle nichts
	1 s	3	alle nichts	3	alle gut	3	2 gut, 1 nichts
	1 v	6	3 gut, 3 nichts	3	2 n., 1 einsam.	3	2 n., 1 einsam.
	1 x	2	beide gut	3	alle s. gut	3	alle nichts
	2 a	7	6 gut, 2 nichts	4	alle z. gut b. maß.	5	4 mäßig, 1 nichts
	2 i	4	alle gut	2	alle gut	3	alle nichts
	2 qu	2	beide gut	3	2 n., 1 g. schl.	3	alle nichts
	2 s	3	alle gut	5	alle nichts	3	2 nichts, 1 schl.
	2 v	3	alle gut	3	alle gut	3	2 nichts, 1 s. schl.
	2 x	3	alle s. gut	2	beide gut	2	1 gut, 1 schl.
	2 y	3	alle nichts	3	alle sehr gut	3	alle nichts
	2 z	3	2 gut, 1 nichts	2	beide gut	4	3 gut? 1 nichts
	2 ad	3	alle gut	3	alle gut	4	3 n., 1 s. mäßig
bG	1 d	4	alle nichts	2	1 n., 1 s. schl.	3	alle s. gut
	1 f	4	alle nichts	2	beide nichts	3	nichts
	1 g	3	alle nichts	3	2 gut, 1 nichts	3	s. gut
	1 h	4	alle nichts	3	alle nichts	3	2 gut, 1 nichts
	1 i	6	4 n., 1 z. g., 1 f. n.	3	alle nichts	2	beide gut
	1 l	3	2 nichts, 1 f. n.	3	2 nichts, 1 f. n.	4	3 gut, 1 nichts
	1 qu	3	alle nichts	3	2 nichts, 1 schl.	3	2 z. gut, 1 n.
	1 t	3	alle nichts	3	alle nichts	3	alle gut
	1 z	3	alle nichts	2	beide nichts	3	alle gut bis s. g.
	1 ab	4	alle nichts	3	alle nichts	3	alle s. gut
	1 ae	3	2 n., 1 einsam.	2	beide nichts	3	alle gut
	2 d	4	alle nichts	3	2 s. schl., 1 n.	3	2 nichts. 1 maß.
	2 e	2	beide nichts	5	4 n., 1 einsamig	3	2 gut, 1 nichts
	2 n	3	alle nichts	4	alle gut	3	alle gut
2 ac	3	alle nichts	2	1 nichts, 1 schl.	3	alle sehr gut	
Bg	1 a	4	alle nichts	3	alle s. gut	—	—
	1 b	4	alle gut	3	alle schlecht	3	alle gut
	1 u	3	1 gut, 2 nichts	3	1 s. schl., 2 n.	3	alle s. gut
	1 w	3	2 gut, 1 nichts	3	alle gut	3	2 gut, 1 schl.
	1 y	3	alle s. gut	2	beide gut	3	alle s. gut
	1 aa	4	alle gut	3	alle gut	4	alle gut
	2 b	3	alle s. gut	3	alle z. schlecht	3	alle nichts
	2 g	3	alle gut	3	alle z. gut	3	alle gut
	2 h	4	alle s. gut	2	beide nichts	3	alle z. gut bis g.
	2 o	4	2 g., 1 schl., 1 n.	2	beide gut	3	alle gut

Tabelle 8 A (Fortsetzung).

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit						
	1 c		1 p		1 x		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	Zahl der Blüten	Ergebnis	
Bg	2 p	3	alle nichts	2	beide gut	3	alle gut
	2 r	5 + 3	5 nichts, 3 gut	3	alle gut	4	alle gut
	2 u	5	alle s. gut	3	1 s. gut, 2 n.	2	beide gut
	2 ab	4	1 gut, 3 s. schl.	3	1 s. schl., 2 n.	3	alle gut
BG	1 e	3	alle nichts	3	alle s. gut	3	alle s. gut
	1 k	3	2 gut, 1 nichts	3	1 gut, 2 nichts	3	2 gut, 1 nichts
	1 m	3	alle gut	2	beide gut	3	alle gut
	1 n	3	alle gut	2	beide gut	3	2 gut, 1 f. n.
	1 ac	3	1 gut, 1 nichts	3	alle gut	3	1 g., 1 schl., 1 n.
	1 ad	2	beide z. gut	3	alle 3 gut	3	alle s. gut
	2 c	2	beide gut	3	alle 3 gut	4	alle gut
	2 f	4	3 nichts, 1 schl.	2	beide gut	6	3 gut, 3 nichts
	2 k	9	8 n., 1 mäßig	2	beide gut	3	alle gut
	2 l	4	alle nichts	3	alle gut	3	alle gut
	2 m	4 + 3	4 nichts, 3 gut	3	alle gut	4	alle gut
	2 t	3	alle nichts	3	alle gut	3	alle s. gut
	2 w	5	alle nichts	3	1 schl., 1 s. schl., 1 nichts	3	alle gut
	2 aa	4	alle nichts	2	beide nichts	3	alle gut

Tabelle 8 B.

Kinder vom Typus Bg als Pollenlieferanten.

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit				
	2 b		2 u		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	
bg	1 c	3	2 z. gut, 1 nichts	3	alle gut
	1 o	3	alle fast gut bis gut	5	alle gut
	1 p	2	beide gut	8	alle gut
	1 r	3	alle z. gut bis gut	4	alle gut
	1 s	3	2 gut, 1 z. schlecht	4	alle gut
	1 v	3	alle gut	6	alle gut
	1 x	3	alle gut	5	alle gut
	2 a	2	beide gut	3	2 z. gut, 1 nichts
	2 i	2	beide gut	5	alle z. gut bis sehr gut
	2 qu	2	beide gut	4	alle gut
	2 s	2	beide gut	4	alle gut
	2 v	3	alle gut	6	alle gut
	2 x	3	2 gut, 1 nichts	4	1 mäßig, 2 schl., 1 nichts
	2 y	3	alle gut	4	alle gut
	2 z	3	alle sehr gut	3	alle gut
	2 ad	3	alle gut	6	alle z. gut bis gut

Tabelle 8 B (Fortsetzung).

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit				
	2 b		2 u		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	
bG	1 d	3	2 mäßig, 1 nichts	4	alle z. gut bis gut
	1 f	3	alle nichts	4	1 gut, 3 nichts
	1 g	3	alle nichts	6	alle sehr gut
	1 h	3	alle nichts	4	alle gut
	1 i	2	alle nichts	3	alle gut
	1 l	2	1 ganz schlecht, 1 nichts	6	5 gut, 1 schlecht
	1 qu	3	alle nichts	6	2 gut, 4 nichts
	1 t	3	1 ganz schlecht, 2 nichts	6	alle gut
	1 z	3	alle nichts	3	alle gut
	1 ab	3	alle nichts	6	alle gut
	1 ae	3	2 schlecht, 1 nichts	2	beide z. gut
	2 d	3	alle nichts	6	alle gut
	2 e	2	beide nichts	3	z. gut
	2 n	3	alle nichts	6	alle gut
2 ac	3	1 schlecht, 2 nichts	4	alle gut	
Bg	1 a	3	1 z. schl., 1 fragl., 1 nichts	4	2 schl., 1 fraglich, 1 nichts
	1 b	3	alle nichts	3	alle nichts
	1 u	3	alle nichts	5	1 einsamig, 4 nichts
	1 w	3	alle nichts	4	1 fraglich, 3 nichts
	1 y	3	2 schlecht, 1 nichts	5	4 s. schlecht, 1 nichts
	1 aa	4	2 schlecht, 2 nichts	4	alle nichts
	2 b	2	beide nichts	3	2 nichts, 1 einsamig
	2 g	3	alle nichts	5	alle nichts
	2 h	2	1 fast nichts, 1 nichts	3	1 s. schlecht, 2 nichts
	2 o	3	alle nichts	4	2 schlecht, 2 nichts
	2 p	2	1 nichts, 1 schlecht	7	2 (s.) schlecht, 5 nichts
	2 r	2	beide nichts	4	1 s. schlecht, 3 nichts
	2 u	2	beide nichts	4	alle nichts
	2 ab	3	alle nichts	4	1 s. schlecht, 3 nichts
BG	1 e	2	beide nichts	4	alle nichts
	1 k	2	beide nichts	5	1 s. schlecht, 4 nichts
	1 m	3	alle nichts	5	1 s. schlecht, 4 nichts
	1 n	3	alle nichts	6	alle gut
	1 ac	3	alle nichts	4	alle nichts
	1 ad	2	1 z. gut, 1 nichts	3	alle nichts
	2 c	3	1 schlecht, 2 nichts	4	1 s. schlecht, 3 nichts
	2 f	3	alle nichts	5	alle nichts
	2 k	2	beide nichts	2	beide nichts
	2 l	2	beide nichts	5	alle nichts
	2 m	2	beide nichts	4	alle nichts
	2 t	2	beide nichts	4	alle nichts
	2 w	2	beide nichts	4	alle nichts
	2 aa	3	1 ganz schlecht, 2 nichts	7	2 schlecht, 5 nichts

Tabelle 8 C.
Kinder vom Typus bG als Pollenlieferanten.

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit								
	1 l		1 ae		2 d		2 e		
	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	
bg	1 c	4	2 gut, 2 nichts	2	1 gut, 1 nichts	3	2 gut, 1 nichts	2	beide nichts
	1 o	2	1 gut, 1 nichts	2	beide gut	3	2 gut, 1 nichts	3	2 gut, 1 schl.
	1 p	2	beide s. gut	2	beide gut	3	alle gut	2	beide gut
	1 r	2	1 gut, 1 nichts	2	beide gut	3	alle s. gut	2	1 gut, 1 schl.
	1 s	2	1 gut, 1 nichts	2	beide nichts	3	2 gut, 1 nichts	2	1 gut, 1 nichts
	1 v	2	beide gut	2	beide nichts	—	—	2	beide nichts
	1 x	2	beide gut	2	beide s. gut	2	beide gut	2	beide gut
	2 a	2	beide gut	2	beide gut	1	gut	2	beide gut
	2 i	2	beide gut	2	beide s. gut	2	beide gut	3	alle gut
	2 qu	3	alle gut	2	beide gut	2	beide gut	2	beide gut
	2 s	3	alle gut	2	beide gut	3	alle gut	2	beide gut
	2 v	3	alle gut	2	beide gut	3	alle gut	2	beide gut
	2 x	3	alle s. gut	2	beide gut	3	alle gut	2	beide gut
	2 y	3	alle s. gut	2	1 gut, 1 nichts	2	alle beide gut	2	1 gut, 1 nichts
	2 z	3	alle gut	2	beide (s.) gut	2	beide s. gut	2	1 g., 1 s. schl.
	2 ad	3	alle gut	2	beide gut	3	alle gut	2	beide gut
bG	1 d	3	alle nichts	2	beide nichts	3	1 z. g., 1 maß. 1 nichts	2	beide nichts
	1 f	5	4 g. od. z.gut, 1 nichts	2	beide nichts	3	alle gut	2	beide gut
	1 g	3	1 schl., 2 n.	2	beide nichts	3	alle s. gut	2	beide nichts
	1 h	3	alle nichts	2	1 g. schl., 1 n.	4	3 gut, 1 nichts	2	beide nichts
	1 i	3	alle nichts	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	1 l	2	beide nichts	2	beide gut	3	1 g. schl., 2 n.	2	beide nichts
	1 qu	2	beide nichts	2	beide nichts	2	1 z. gut, 1 n.	2	1 z. gut, 1 n.
	1 t	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	1 z	4	alle nichts	2	beide nichts	3	alle nichts	2	1 gut, 1 nichts
	1 ab	2	beide nichts	2	beide nichts	3	alle nichts	2	beide nichts
	1 ae	2	beide nichts	2	beide nichts	3	1 schl., 2 n.	2	beide nichts
	2 d	3	alle nichts	2	beide nichts	3	1 s. gut, 2 n.	2	beide nichts
	2 e	3	1 schl., 2 n.	2	1 g. schl., 1 n.	2	1 z. g., 1 g. schl.	2	1 g. schl., 1 n.
	2 n	3	alle nichts	2	beide nichts	3	alle nichts	2	1 s. schl., 1 n.
2 ac	3	alle nichts	2	beide nichts	3	2 schl., 1 n.	2	beide nichts	
Bg	1 a	4	alle s. gut	2	beide s. gut	3	alle s. gut	2	beide nichts
	1 b	3	1 schl., 2 n.	2	beide nichts	3	alle gut	—	—
	1 u	2	beide gut	2	1 gut, 1 nichts	3	alle nichts	3	alle s. gut
	1 w	2	beide s. gut	2	1 gut, 1 nichts	3	alle nichts	2	beide gut
	1 y	2	beide s. gut	2	beide s. gut	2	beide s. gut	2	beide gut
	1 aa	2	beide s. gut	2	beide nichts	3	alle gut	2	beide s. gut
	2 b	2	beide s. gut	2	beide s. gut	3	2 s. g., 1 s. schl.	2	beide s. gut
	2 g	3	alle (z.) gut	4	2 gut, 2 nichts	3	alle s. gut	2	beide gut
	2 h	3	alle gut	2	beide s. gut	3	alle s. gut	2	beide s. gut
	2 o	2	beide gut	2	beide nichts	3	alle gut	2	beide nichts

Tabelle 8 C (Fortsetzung).

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit								
	1 l		1 a e		2 d		2 e		
	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	Zahl der best. Blüten	Ergebnis	
Bg	2 p	3	alle s. gut	2	beide gut	3	alle gut	2	1 gut, 1 nichts
	2 r	3	1 g., 1 schl., 1 n.	3	alle gut	3	alle gut	2	beide gut
	2 u	5	alle gut	2	beide s. gut	2	beide s. gut	2	beide gut
	2 ab	3	alle s. gut	2	beide s. gut	2	beide s. gut	2	beide s. gut
BG	1 e	2	1 schl., 1 n.	2	beide nichts	3	alle s. gut	2	beide nichts
	1 k	3	2 gut, 2 nichts	3	1 gut, 2 nichts	3	2 gut, 1 nichts	2	1 g. schl., 1 n.
	1 m	2	beide nichts	2	1 schl., 1 n.	3	1 gut, 2 f. n.	2	beide nichts
	1 n	2	beide nichts	2	beide nichts	3	2 schl., 1 n.	2	beide nichts
	1 ac	2	beide nichts	2	beide nichts	3	alle s. gut	2	1 gut, 1 nichts
	1 ad	2	beide gut	2	beide gut	2	beide gut	2	beide gut
	2 c	2	beide gut	2	1 schl., 1 n.	3	sehr gut	2	beide nichts
	2 f	2	1 s. schl., 1 n.	2	beide nichts	2	beide gut	2	1 gut, 1 nichts
	2 k	2	beide nichts	2	beide nichts	2	1 z. gut, 1 n.	3	alle nichts
	2 l	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	2 m	3	1 z. gut, 1 s. schl. 1 n.	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	2 t	3	1 ganz schl., 2 nichts	2	beide nichts	3	alle nichts	2	beide nichts
	2 w	3	1 mäßig gut, 2 nichts	2	beide nichts	3	alle nichts	2	beide nichts
	2 aa	3	1 g. schlecht, 2 nichts	3	alle gut	3	alle gut	2	beide nichts

Tabelle 8 D.

Kinder vom Typus BG als Pollenlieferanten.

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit						
	1 m		2 m		2 t		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	
bg	1 c	2	1 gut, 1 nichts	3	alle nichts	2	beide gut
	1 o	3	alle s. gut	3	1 g., 1 schl., 1 n.	3	2 gut, 1 nichts
	1 p	3	alle gut	4	alle gut	3	alle gut
	1 r	2	1 s. gut, 1 n.	3	alle (s.) gut	3	alle gut
	1 s	3	2 z. schl., 1 n.	3	alle gut	3	alle gut
	1 v	2	1 gut, 1 nichts	3	alle gut	3	alle gut
	1 x	2	beide s. gut	3	alle gut	3	alle gut
	2 a	2	beide z. g. bis g.	2	beide mäßig	—	—
	2 i	2	beide gut	2	beide gut	2	beide s. gut
	2 qu	3	alle gut	2	beide gut	3	alle s. gut
	2 s	2	beide gut	3	alle gut	3	alle gut
	2 v	3	alle gut	3	alle gut	4	alle gut

Tabelle 8 D (Fortsetzung).

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit						
	1 m		2 m		2 t		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	
bg	2 x	2	1 gut, 2 z. gut	3	1 gut, 2 z. gut	2	beide gut
	2 y	2	alle gut	3	alle gut	3	2 gut, 1 nichts
	2 z	3	alle s. gut	3	alle s. gut	3	alle s. gut
	2 ad	3	alle gut	3	alle gut	2	alle gut
bG	1 d	2	1 mäßig, 1 s. schl.	4	3 n., 1 mäßig	3	1 gut, 2 nichts
	1 f	2	beide gut	3	2 gut, 1 nichts	3	alle nichts
	1 g	2	beide nichts	3	1 gut, 2 nichts	3	2 mäßig, 1 n.
	1 h	2	beide nichts	3	alle nichts?	3	2 nichts, 1 gut
	1 i	2	1 n., 1 einsam.?	2	2 schl., 1 nichts	3	alle nichts
	1 l	2	beide nichts	3	1 z. gut, 2 n.	3	alle nichts
	1 qu	2	beide nichts	3	alle nichts	3	2 nichts, 1 schl.
	1 t	2	beide nichts	3	1mäßig, 1schl.1n.	3	alle nichts
	1 z	2	1 s. schl., 1 n.	3	1 schl., 2 nichts	3	alle gut
	1 ab	2	1 s. schl., 1 n.	3	1 s. schl., 2 n.	4	1 g., 1 schl., 2 n.
	1 ae	2	1 f. n., 1 n.	4	3 n., 1 einsamig	3	2 n., 1 s. schl.
	2 d	2	beide nichts	3	alle nichts	3	1 schl., 2 nichts
	2 e	2	beide gut	3	1 s. schl., 2 n.	2	beide nichts
	2 n	2	beide nichts	4	1 z. gut, 3 n.	3	1 z. gut, 2 n.
2 ac	2	1 gut, 1 nichts	2	1 schl., 1 nichts	3	2 n., 1 mäßig	
Bg	1 a	2	beide nichts	3	1 z. gut, 2 n.	3	alle nichts
	1 b	2	beide nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	1 u	2	beide nichts	3	alle nichts	4	alle nichts
	1 w	2	beide nichts	3	alle nichts	4	1 s. schl., 3 n.
	1 y	3	1 s. schl., 2 n.	3	alle nichts	6	alle nichts
	1 aa	2	beide nichts	3	2 schl., 1 n.	4	alle nichts
	2 b	2	beide nichts	3	alle s. gut	3	alle nichts
	2 g	2	beide nichts	1	nichts? (welk)	2	beide nichts
	2 o	2	beide nichts	2	1 s. schl., 1 n.	2	beide nichts
	2 p	2	1 s. schl., 1 n.	3	alle nichts	3	1 schl., 2 n.
	2 r	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	2 u	3	alle nichts	3	1 z. gut, 2 n.	2	beide nichts
2 ab	3	1 schl., 2 n.	3	alle nichts	3	alle nichts	
BG	1 e	2	beide nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	1 k	2	beide nichts	4	alle nichts	2	beide nichts
	1 m	2	beide nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	1 n	2	beide nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	1 ac	3	alle nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	1 ad	2	beide nichts	3	alle nichts	2	beide nichts
	2 c	2	beide nichts	3	1 s. schl., 2n.	2	beide nichts
	2 f	2	beide nichts	4	alle nichts	2	beide nichts
	2 k	2	beide nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	2 l	3	alle nichts	2	beide nichts	2	beide nichts
	2 m	3	alle nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	2 t	2	beide nichts	3	alle nichts	2	beide nichts
	2 w	2	beide nichts	3	alle nichts	3	alle nichts
	2 aa	6	alle nichts	3	alle nichts	3	alle nichts

Einzelne Versuchspflanzen mögen nicht in die richtige Kategorie eingereiht worden sein.

Es war natürlich meine Absicht, die Versuche 1912 zu wiederholen und zu vervollständigen. Ich konnte aber mit den Resten der vorjährigen Versuchspflanzen nur wenige Bestäubungen vornehmen, wobei andere Pollenlieferanten, je einer aus den Klassen Bg, bG, bg, verwendet wurden. Die Resultate stimmten im allgemeinen bei jeder Klasse gut mit den Ergebnissen des Vorjahres überein. Es zeigte sich z. B. dort, wo ich 1911 mit einer Klasse, je nach den Individuen, verschiedene Resultate erhalten hatte, auch diesmal wieder ein ungleiches Verhalten. In Tabelle 9 sind die neuen Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 9.
Kinder unter sich.

Versuchs- Pflanze Typus Nr.	bestäubt mit						
	(bg) 2 i		(bG) 1 ab		(Bg) 2 h		
	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	
bg	1 p	7	6 gut, 1 nichts	5	1 s. schl., 4 n.	—	—
	1 s	5	4 z. schl., 2 n.	3	2 g., 1 einsamig	2	beide gut
	2 i	4	alle nichts	8	alle gut	3	alle z. gut
	2 qu	4	2 schl., 2 n.	5	alle gut	1	1 gut
	2 x	4	alle gut	3	alle nichts	3	2 gut, 1 nichts
	2 y	3	alle nichts	3	alle mäßig gut	2	beide nichts
bG	1 f	1	(z.) gut	—	—	1	(z.) gut
	1 l	2	1 gut, 1 nichts	1	nichts	2	beide gut?
	1 ab	4	3 gut, 1 nichts	—	—	2	1 gut, 1 schl.
	1 ae	3	2 gut, 1 nichts	1	schl. (zweisam.)	2	1 gut, 1 nichts
	2 e	4	1 dreisam., 3 n.	5	2 g., 2 fragl., 1 n.	3	alle gut
Bg	1 u	5	4 gut, 1 nichts	6	3 gut, 3 nichts	—	—
	1 aa	4	alle gut	4	alle mäßig	3	alle nichts
	2 b	3	alle gut	3	alle gut	2	1 einsam., 1 n.
	2 q	4	alle gut	5	alle g. bis maß.	1	nichts
	2 h	3	alle gut	—	—	3	1 einsam., 2 n.
	2 r	—	—	3	alle nichts	—	—
BG	1 e	3	alle gut	2	1 z. schl., 1 n.	2	1 einsam., 1 n.
	1 k	6	5 gut, 1 nichts	4	2 gut, 2 nichts	3	alle nichts

Einstweilen lassen sich aus den Versuchen der beiden Jahre wohl folgende Schlüsse ziehen:

1. Auch untereinander sind die Kinder lange nicht alle fertil. Ein guter Teil setzt mit dem Blütenstaub bestimmter Geschwister nicht (oder nur sehr schlecht) an, während er mit dem Pollen anderer Geschwister vollkommen fruchtbar ist.

2. Das Ansetzen und Nichtansetzen der Kinder untereinander steht sicher im Zusammenhang mit ihrem Ansetzen und Nichtansetzen mit dem Blütenstaub der Eltern.

So waren (Tabelle 8 D) alle Versuche, die 14 zur Klasse BG gezogenen Pflanzen mit dem Pollen dreier Pflanzen aus derselben Klasse (1 m, 2 m, 2t) zu befruchten, völlig vergeblich; keine der je 2—6 Blüten umfassenden 39 Bestäubungen (die 3 Selbstbestäubungen sind schon abgerechnet) hatte Erfolg. Dagegen setzten mit dem Pollen derselben 3 Pflanzen die 16 zur Klasse bg gerechneten Individuen fast ausnahmslos gut, zum Teil sehr gut an; von den 47 Versuchen mit je 2—4 Blüten (eine Bestäubung wurde aus Versehen nicht ausgeführt) gelang nur einer (3 Blüten, 1 c ♀ + 2 m ♂) gar nicht. In diesen Fällen liegt auch die Erklärung ganz nahe. Die Pflanzen der GB-Klasse setzten mit dem Pollen anderer, derselben Klasse angehörigen Individuen nicht an, weil sie alle zusammen die gleichen zwei Hemmungsstoffe, B und G, haben. Die Pflanzen der bg-Klasse dagegen lassen sich mit dem Pollen der BG-Klasse erfolgreich bestäuben, weil ihnen allen diese beiden Hemmungsstoffe fehlen. Auch die reziproken Bestäubungen, bei denen die 14 Pflanzen der BG-Klasse den Pollen dreier Pflanzen der bg-Klasse (1 c, 1 p, 1 x) erhielten (Tabelle 8 A), gaben dementsprechend fast durchgängig ein positives Resultat; nur mit dem Blütenstaub von 1 c wurde eine Anzahl negativer Resultate erzielt.

Bei anderen Klassen waren die Resultate augenscheinlich nicht einheitlich. So kam es vor, dass von den zu einer Klasse gerechneten Pflanzen die einen mit dem Pollen eines bestimmten Individuums steril blieben, während die anderen damit ansetzten, selbst wenn der Pollenlieferant derselben Klasse angehörte. Von den 15 Pflanzen der Klasse bg, die mit dem Blütenstaub von 1c bestäubt worden waren, gaben z. B. 3 kein Resultat, 12 ein mehr oder weniger gutes, von den 16 Bestäubungen in derselben Klasse mit dem Pollen von 1p 5 kein Resultat, 11 ein gutes und von ebensoviel Bestäubungen mit dem Pollen 1x 10 keines und nur 6 ein gutes. Dabei gehörten die Pollenlieferanten 1c, 1p und 1x ebenfalls zur Klasse bg. Es kam aber auch vor, dass bei sämtlichen Vertretern einer Klasse das Resultat mit dem Pollen der einen Pflanze positiv, mit dem der anderen negativ ausfiel, obwohl beide Pollenlieferanten zur selben Klasse gerechnet worden waren. So gaben z. B. die 16 Pflanzen der Klasse bG, die mit dem Pollen von 2b fast ausnahmslos steril blieben (nur bei 2ad setzten die drei bestäubten Blüten gut an), mit dem Pollen von 2u fast durchgängig gute Resultate (nur zwei Kombinationen blieben zweifelhaft, 1f ♀ + 2u ♂ : 1 gut, 3 nichts, und 1qu ♀ + 2u ♂ : 2 gut, 4 nichts), 2b und 2u gehörten in die Klasse Bg.

Zweifellos sind also die Klassen Bg, bG und vor allem bg hinsichtlich ihrer Hemmungsstoffe nicht einheitlich, und es liegen ihrem Verhalten noch

besondere Gesetzmäßigkeiten zugrunde. Wie viel aber von den zurzeit vorliegenden Daten durch die drei Fehlerquellen: zufälliges Versagen von Kombinationen, die eigentlich gelingen sollten, unbeabsichtigte Bestäubung und endlich Einreihung der einen oder anderen Pflanze in eine unrichtige Klasse, bedingt wurde, lässt sich, wo die Mehrzahl der Versuchspflanzen zugrunde gegangen ist, nicht mehr ermitteln und muss deshalb dahingestellt bleiben. Ich verzichte einstweilen darauf, diesen Fragen im einzelnen weiter nachzugehen, ehe ich neues Material habe.

V. Das Verhalten der Enkel.

„Enkel“ will ich ganz allgemein die Individuen der dritten Generation nennen, gleichgültig, ob sie aus der Verbindung zweier Kinder unter sich oder aus der Verbindung eines Kindes mit einem der Eltern hervorgegangen sind. Es war meine Absicht gewesen, ihr Verhalten den Eltern und Großeltern gegenüber zu prüfen, und ich hatte deshalb 1911 einzelne von den gelungenen Bestäubungen gesäckt und die Samen ausgesät. Es waren alle vier Klassen vertreten gewesen; von den verschiedenen so erhaltenen neuen Versuchspflanzen konnte ich aber dieses Frühjahr nur noch wenige prüfen.

Zunächst die Enkel, die zwei Kinder aus der Klasse bg (1c und 1p) mit dem Pollen ihrer beiden Eltern (♂ und ♀) gegeben hatten, auf ihr Verhalten gegen den Pollen eines dieser Eltern. Die Zahl der Versuchsobjekte war leider sehr gering geworden; die Ergebnisse bringt Tabelle 10.

Tabelle 10.

Verhalten der Enkel, die durch Bestäubung der mit beiden Eltern fertilen Kinder (Klasse bg) mit diesen Eltern entstanden waren, dem Pollen des einen Elters (♂, resp. dessen Ableger ♂δ) gegenüber.

A. (bg + ♂) bestäubt mit ♂δ				B. (bg + ♀) bestäubt mit ♂δ			
Versuchs-Nr.	Nr. der Pflanze	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Versuchs-Nr.	Nr. der Pflanze	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis
6 Herkunft 1 c + ♂	1	3	alle nichts	7 Herkunft 1 c + ♀	1	2	beide nichts
	2	4	alle nichts		2	2	1 g., 1 einsamig
	3	3	alle nichts		4	2	beide gut
			5		4	alle gut	
8 Herkunft 1 p + ♂	2	3	alle nichts	9 Herkunft 1 p + ♀			
	3	2	beide gut		1	5	alle gut
	4	2	beide nichts		2	2	1 einsamig, 1 n.
	6	6	alle nichts				

Dann standen mir noch die Nachkommen einer Pflanze der Klasse bG (1 l), die nur mit dem Pollen des einen Elters (♂) angesetzt hatte, zu Versuchen mit dem Pollen dieses Elters resp. eines Ablegers davon bereit. Auch hier

war die Zahl der verwendbaren Versuchsobjekte recht gering geworden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11.

Verhalten der Enkel, die aus der Verbindung eines nur mit einem Elter fertilen Kindes (11, Klasse bG) mit diesem Elter \mathfrak{B} entstanden waren, dem Pollen dieses einen Elters (\mathfrak{B} , resp. dessen Ableger $\mathfrak{B}\delta$) gegenüber.

(bG + \mathfrak{B}) bestäubt mit $\mathfrak{B}\delta$					
Nr. der Pflanze	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis	Nr. der Pflanze	Zahl d. best. Blüten	Ergebnis
1	8	alle nichts	8	5	1 einsamig, 4 nichts
4	4	alle sehr gut	9	5	alle nichts
5	3	alle sehr gut	10	3	alle nichts
6	3	alle nichts	11	1	nichts
7	3	alle nichts	12	4	2 s. gut, 1 z. schl., 1 n.

Besonders augenfällig ist, dass (wie Tabelle 11 zeigt) die mit dem Pollen eines der Eltern erzeugte Nachkommenschaft eines Kindes hinsichtlich der Hemmungsstoffe ungleichförmig ausfällt oder doch so ausfallen kann. Sie besteht dann wieder aus zweierlei Individuen, von denen die einen mit diesem Elter steril, die anderen fertil sind; und beide Klassen dürften ungefähr gleich groß sein. Das weist darauf hin, dass bei dem Kind aufs neue ein Spalten vorgekommen ist, in dem Sinne, dass es mindestens zweierlei Keimzellen gebildet hat. Man kann sich das vorläufig in folgender Weise zurechtlegen:

Eltern: \mathfrak{B} \mathfrak{G}
 deren Keimzellen: B b G g
 daraus entstehen die
 (viererlei) Kinder: BG bG Bg bg
 deren Keimzellen: b G
 wieder bestäubt mit dem Pollen von \mathfrak{B}
 respektive mit dessen Keimzellen: B b
 es entstehen 4 gleich
 häufige Kombinationen Bb BG bG bb als Enkel.

Diese Enkel verhalten sich gegenüber dem Pollen von $B\delta$ (mit dem Hemmungsstoff B) in folgender Weise:

Enkel Großelter
 $Bb + B$ } setzen nicht an, weil beiderseits B ausgebildet ist.
 $BG + B$ }
 $bG + B$ } setzen an, weil der Hemmungsstoff B bei den Enkeln fehlt.
 $bb + B$ }

Schluss.

Im Vorstehenden glaube ich den Nachweis geliefert zu haben, dass die Hemmungsstoffe, auf denen die Selbststerilität der *Cardamine pratensis* beruht, keine richtigen Individualstoffe sind, d. h. keine chemischen Verbindungen, die für das einzelne Individuum charakteristisch wären, die bei seiner Entstehung neu entstanden und mit seinem Untergang spurlos vergingen. Wir müssen vielmehr in den Hemmungsstoffen Linienstoffe sehen, deren Ausbildung auf der Anwesenheit einer Anlage beruht, die vererbt wird, die sogar wahrscheinlich dem MENDEL'schen Spaltungsgesetz folgt.

Wenn im allgemeinen die aus dem Freien gehalten, nicht auf ungeschlechtlichem Wege auseinander hervorgegangenen Stöcke der *Cardamine pratensis*, untereinander bestäubt, fertil sind, rührt das vom Vorhandensein zahlreicher solcher Linien her, die gerade infolge der Selbststerilität fortwährend untereinander bastardiert werden. „Reine“ Linien können nicht bestehen, weil Pflanzen mit denselben Hemmungsstoffen untereinander keine Nachkommenschaft geben können. Der Kampf ums Dasein, der nur je ein Kind an Stelle eines Elters treten lässt, verhindert (ohne Selektion), dass derselbe Bastard und damit dieselbe Kombination von Hemmungsstoffen mehrfach auf demselben Standort vorkommt. — Die Existenz der vielen Linien mit verschiedenen Hemmungsstoffen müssen wir als gegeben hinnehmen, wie die vielen Linien einer Bohnenrasse JOHANNSEN's, nur dass eben bei *Cardamine* die Linien nicht rein vorkommen wie bei den Bohnen, sondern durcheinander gemischt, infolge der Selbststerilität und der dadurch bedingten fortwährenden Bastardierung der Linien untereinander.

Im übrigen sind bei unserem Versuchsobjekt nicht bloß hinsichtlich der Hemmungsstoffe Linien vorhanden, sondern auch hinsichtlich zahlreicher äußerer Merkmale. Keines der 60 Geschwister war einem anderen oder den Eltern völlig gleich; sie unterschieden sich z. B. in der Größe, in der Farbe, in der Umrisssform und in der Orientierung der Blumenblätter, in der Farbe des Pollens, in der Länge des Fruchtknotens, in der Größe des Narbenkopfes, in der Länge und in der Färbung der Schote, wobei die Extreme durch deutliche, oft durch mehrere Zwischenstufen verbunden waren.

Ich stehe nicht an, die bei *Cardamine pratensis* gewonnenen Erfahrungen zu verallgemeinern und nicht nur auf die Hemmungsstoffe anderer selbststeriler Pflanzen und Tiere auszudehnen, sondern auch auf die übrigen Fälle, wo man die Existenz von „Individualstoffen“ angenommen hat, selbst auf die Ausbildung der Riechstoffe, die es z. B. dem Hunde ermöglichen, die Fährte eines bestimmten Individuums aus einer großen Zahl anderer menschlicher Fährten herauszufinden und zu verfolgen. Eingehende, experimentelle

Untersuchungen darüber sind mir nicht bekannt, jedenfalls vermag der Hund, wenigstens in der Regel, auch die Kinder desselben Elternpaares am Geruche zu erkennen. Das Bekannte fügt sich unschwer unseren an *Cardamine* gewonnenen Anschauungen, wenn wir annehmen, dass der charakteristische Geruch des Einzelindividuums nicht von einer einzigen chemischen Verbindung hervorgebracht wird, sondern sich aus verschiedenen selbständigen Riechstoffen zusammensetzt, die von Individuum zu Individuum teils selbst verschieden, teils verschieden kombiniert sind. Wie wir annehmen dürfen, dass all die verschiedenen Gesichter um uns herum durch die Kombination zahlreicher — der Individuenzahl gegenüber aber wahrscheinlich verschwindend weniger — Züge entstehen, die getrennt vererbt werden können und wirklich so vererbt werden, dürfen wir auch annehmen, dass relativ wenige Riechstoffe, deren Entfaltung von vererbten Anlagen abhängt, in verschiedener Weise ausgelesen und kombiniert, genug differente Gesamtgerüche geben, dass der Hund die Fährten auseinander halten kann.

Dem Individuum eigen sind nicht einzelne Stoffe; eine bestimmte Kombination von Stoffen ist für das Individuum charakteristisch. Die Ausbildung jedes einzelnen Stoffes beruht auf einer Anlage, die wie andere Anlagen in den Keimzellen von Generation zu Generation weitergegeben wird. Sie ist etwas Spezifisches, nicht etwas Individuelles. Die Kombination der Anlagen und damit die der Stoffe selbst aber fällt immer wieder bei jeder Befruchtung verschieden aus, als Spiel des Zufalls. Die Kombination entsteht jedesmal bei der Entstehung des Individuums und geht wieder mit ihm zugrunde: sie ist das Individuelle.

Botanisches Institut der Universität Münster i. W.

38. Über eine nach den MENDEL'schen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*¹⁾.

Mit Tafel IV und 11 Textfiguren.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 56, S. 585—616. 1915.

In meinen Kulturen von *Mirabilis Jalapa* beobachte ich seit Jahren Individuen, die in eigentümlicher, recht auffälliger Weise von den normalen Pflanzen abweichen. Alle Blätter werden auf der Oberseite nach und nach fein hellbraun gefleckt oder besser gesprenkelt. Die Keimpflanzen und die jungen Triebe überwinterteter Knollen sehen zunächst ganz normal aus; dann beginnt die Veränderung bei den ältesten Blättern und greift auf die jüngeren über, bis zuletzt alle, selbst die Hüllkelchblätter, sie zeigen. Beim einzelnen Blatt tritt sie zuerst an der Spitze auf und geht von ihr aus gegen den Blattgrund hinab. An den Stengeln und Blattstielen, auf den Blattrippen, an den Früchten („Anthokarpen“), die unreif lebhaft grün sind, fand ich sie nie.

Den bräunlichen Flecken entsprechen deutliche, wenn auch seichte Vertiefungen der Blattoberseite, die schließlich mehr oder weniger miteinander verschmelzen können. Die Blattunterseite bleibt wohl immer unverändert, so daß an ihr normale und fleckige Blätter nicht unterschieden werden können.

Die veränderten Blätter rollen sich häufig vom Rande her mehr oder weniger stark ein, was übrigens auch sonst bei *Mirabilis Jalapa* vorkommt. Ihre Lebensdauer ist aber normalen Blättern gegenüber kaum abgekürzt.

Die Photographien 1, 2, Tafel IV, und Textfig. 2 *B* geben das Aussehen der gesprenkelten Blätter gut wieder; die bräunlichen Flecken treten dabei heller auf dunklerem Grunde hervor. Textfig. 2 *A* ist ein normales, gleichzeitig mit *B* photographiertes Blatt.

Die ganzen Pflanzen stehen, sobald die Veränderung der Blätter eingetreten ist, in der Höhe und vor allem im Gewicht hinter sonst gleichartigen Pflanzen merklich, zum Teil sehr auffällig, zurück; Keimlinge und junge Sämlinge sind noch nicht zu unterscheiden. Textfig. 1 zeigt zwei ausgewachsene Individuen mit gesprenkelten Blättern zwischen ihren normalen

¹⁾ Ich habe über die nachfolgenden Beobachtungen schon 1912 ganz kurz auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte berichtet; ein Referat darüber steht in den „Verhandlungen“, II. Teil, 1. Hälfte, S. 248 u. f., G. A. 34, 695.

Geschwistern (Aufnahme im September 1912). An ihnen muß auch die geringe Größe der Blätter auffallen; ich habe leider versäumt, darüber Messungen zu machen.

Die Sprenkelung der Blätter kann wohl bei allen Sippen der *Mirabilis Jalapa*, die sich durch ihren Chlorophyllgehalt unterscheiden¹⁾, vorkommen. Ich habe sie nicht nur bei der dunkelgrünen *f. typica* sondern auch bei der hellgelbgrünen *f. chlorina* und der hell- und dunkelgrün gescheckten *f. variegata*



Fig. 1. Zwei *Sordida*-Pflanzen *a*, *b* unter ihren normalen Geschwistern, schräg von oben aufgenommen. Die Blätter zeigen auf der Original-Aufnahme bei Betrachtung mit der Lupe die Sordago-Flecken sehr schön. Photogr. Dr. Lenz.

nachgewiesen; auf die *f. semichlorina*, die im Chlorophyllgehalt etwa zwischen *f. chlorina* und *f. typica*, steht, habe ich sie noch nicht übertragen.

Durch die bräunlichen Flecken erhält das für die betreffende Sippe charakteristische Grün einen auffälligen schmutzigen Ton. Ich habe die

¹⁾ Vergleiche dazu: Vererbungsversuche mit blaß-(gelb-)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre (1909). Bd. I, S. 291 u. f., G. A. 30, 613. Die *f. semichlorina* hatte ich damals noch nicht untersucht. Sie enthält 60—70% des Chlorophylls der *typica* (während *chlorina* 28—30% enthält) und entspricht etwa der *f. pallida*, die SHULL bei *Melandrium album* (Über die Vererbung der Blattfarbe bei *Melandrium*. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. 31, S. [40] 1913) entdeckt hat.

Pflanzen deshalb in meinen Notizen „*sordidae*“ genannt; diese Bezeichnung soll hier beibehalten und die Erscheinung selbst „Sordago“ genannt werden¹⁾. Die Stöcke sehen aus, als wenn sie verstaubt und von Ungeziefer, etwa von Milben, befallen worden wären. So deutete ich auch zunächst die Erscheinung, doch waren Schädlinge nie nachzuweisen.

Anatomisches.

Die histologische Untersuchung der kranken Blätter lehrt, daß die braunen Flecken durch einen Absterbeprozess zustande kommen, der in eigenartiger

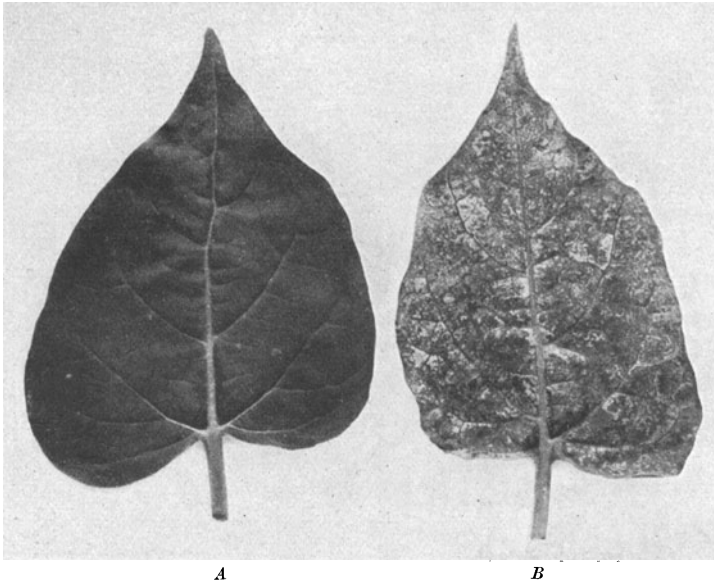


Fig. 2. Ein normales Blatt *A* und ein sordago-krankes Blatt *B* von *Mirabilis Jalapa*, etwas verkleinert. Photogr. Dr. Lenz.

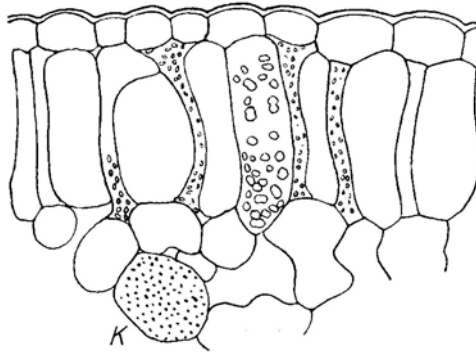
Weise auf die Palisaden beschränkt ist. In der Folge geht auch die darüber liegende Epidermis zugrunde und kommen allerlei Wucherungen der unter den Palisaden liegenden Zellen vor, die aber nur sekundärer Natur sind. Im einzelnen sind freilich noch nicht alle Punkte der Entwicklungsgeschichte der Sordago klargelegt²⁾.

¹⁾ Das Wort ist nach Analogie von SORAUERS „Aurigo“ aus *sordidus* gebildet.

²⁾ Die Untersuchung geschah teils an Handschnitten durch frisches Material, teils an Mikrotomschnitten durch Blattstücke, die mit Flemming fixiert worden waren. Nach solchen Schnitten sind die beigegebenen Textfiguren mit der Camera gezeichnet und die Mikrophotogramme der Tafel aufgenommen worden. Ich verdanke diese der Freundlichkeit von Herrn Dr. WINDEL, Assistenten am Botanischen Institut der Universität Berlin.

Das Mesophyll des normalen Blattes besteht aus etwa 6 Zellschichten, von denen die oberste als typische Palisadenschicht ausgebildet ist; die zweite (Sammelzellschicht) wird ihr zuweilen ähnlich.

Beim Suchen nach Entwicklungsstadien der Flecken findet man nun auf Blattquerschnitten sehr häufig Bilder, bei denen einzelne Palisaden tonnenförmig erweitert sind, ohne an Länge zugenommen zu haben, während ihre Nachbarn abgestorben, verbogen und zusammengedrückt sind (Fig. 3 A). Das Absterben trifft bald einzelne Zellen, bald ganze Gruppen.



Die Erweiterung der einen Art Zellen kann so weit gehen, daß der Durchmesser aufs Drei- und Mehrfache steigt, selbst größer als die Längsachse wird. Dann sind die angrenzenden, abgestorbenen Zellen sehr stark gebogen (Fig. 3 B). Ihr Zusammengedrücktwerden kann soweit gehen, daß nur noch feine Streifen oder dünne Platten zu sehen sind. Sie behalten dabei ihren Inhalt, der zu einer bräunlichen Masse wird, in der reichlich noch kleine, aus den Chloroplasten stammende Stärkekörner nachzuweisen sind, die sich zunächst mit Jodjodkalium blauschwarz, später braunrot und braun färben.

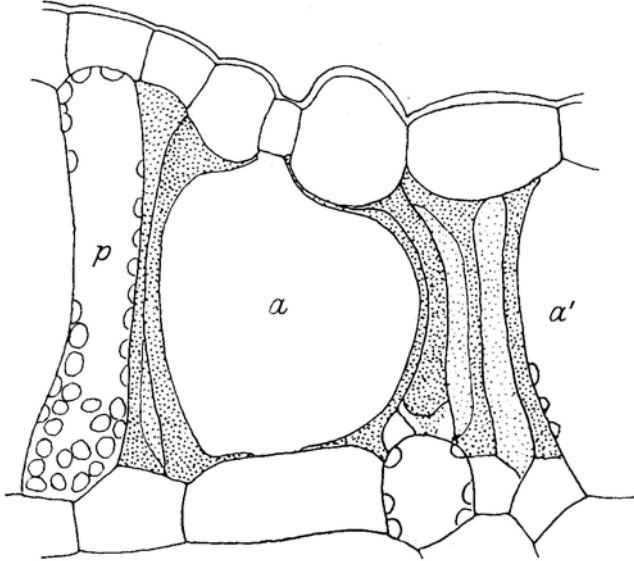


Fig. 3. Querschnitte durch Sordago-Flecken.

A = nach Behandlung mit Eau de Javelle, mutmaßliches Anfangsstadium, einzelne Palisaden angeschwollen, andere zerdrückt, mit kleinen Stärkekörnchen. K = Raphidenzelle im Querschnitt. Zeiß, Syst. E, Ok. 2. B = ohne vorherige Behandlung, eine normale Palisade (p), mehrere zerdrückte (punktierte) und zwei angeschwollene Zellen a, a' zeigend. Zeiß, Imm. 2 mm, Comp. Ok. 4.

Zusatz von Jodjodkalium ruft deshalb, besonders auffällig an frischen Schnitten, bei dem Inhalt der abgestorbenen Zellen schwarzblaue bis schwarzbraune Fär-

bung hervor; dann sind sie zwischen den normalen Zellen besonders leicht auffindbar. Behandlung mit starker Javellescher Lauge, die den übrigen Zellinhalt weglöst, zeigt die Form und Größe der Stärkekörnchen deutlicher; sie erinnern oft lebhaft an stäbchenförmige Bakterien¹⁾. — Die Membranen der toten Zellen bleiben erhalten, sind aber zwischen den Inhaltmassen ohne weitere Behandlung nicht überall zu sehen; löst man jedoch den Inhalt mit Eau de Javelle heraus, so treten sie deutlich hervor. Sie brechen dann das Licht etwas schwächer als bei unveränderten Zellen; mit Chlorzinkjodlösung färben sie sich aber genau wie die normalen Membranen, so daß dann der ebengenannte Unterschied verschwindet. — Die anschwellenden Zellen führen noch einige Zeit Chloroplasten und darin Stärke, zuletzt sehen sie inhaltsleer aus.

Ob die Palisade ursprünglich Chlorophyllkörper führt oder an ihrer Stelle ein Raphidenbündel, was auch vorkommt, ist für ihr Schicksal gleichgültig; sie kann auch dann anschwellen (Fig. 9 bei *K'*) oder, wenn auch wenig, zusammengedrückt werden oder schrumpfen (Fig. 11 bei *K*).

Die zunächst angeschwollenen Zellen können selbst späterhin mehr oder weniger zusammengedrückt werden oder zusammenfallen, sind dann aber inhaltsleer und daran, und an ihrer Größe, von den von Anfang an abgestorbenen und zusammenfallenden zu unterscheiden (Fig. 10 bei *x*).

In der Frage, was das Primäre sei, die tonnenförmige Erweiterung der einen Zellen, die dann ihre Nachbarn zum Absterben bringen und zerdrücken müßten, oder das Absterben der anderen Zellen, das erst auf irgendeine Weise das Anschwellen jener veranlassen würde, habe ich mich früher der ersten Annahme zugeneigt, jetzt halte ich die zweite für wahrscheinlicher. Ich fand nämlich auf Flächenschnitten durch das kranke Blatt einzelne Zellen zwischen noch nicht wesentlich veränderten, deren Plasmaleib zusammengefallen war (auf dem Querschnitt mehr oder weniger sternförmig), ohne daß ein Druck mitgewirkt haben konnte (Fig. 4 *B*). Dabei war die Zellhaut dem Plasma gefolgt oder hatte sich stellenweise abgehoben. Ferner fanden sich ganze Gruppen solcher veränderter Zellen ringsum oder fast ringsum von noch äußerlich unveränderten umgeben (Fig. 4 *A*).

Fig. 3, Taf. IV (bei *S*) und Fig. 5 *A* (S. 765) im Text zeigen, wieder an Blattquerschnitten, was ich für ein späteres Stadium der Fleckenbildung halten muß. Ein Teil der Palisaden ist der Länge nach, blasebalgähnlich, mehr oder weniger vollständig zusammengesunken (oder zum Teil zusammengedrückt).

Ohne weitere Präparation (Fig. 5 *A*) sieht man braune zackige Massen, in denen kaum Spuren der Zellgrenzen zu erkennen sind, und die quer über

¹⁾ Der reichliche Stärkegehalt der toten Zellen läßt wohl den Schluß zu, daß das Absterben sehr rasch erfolgt.

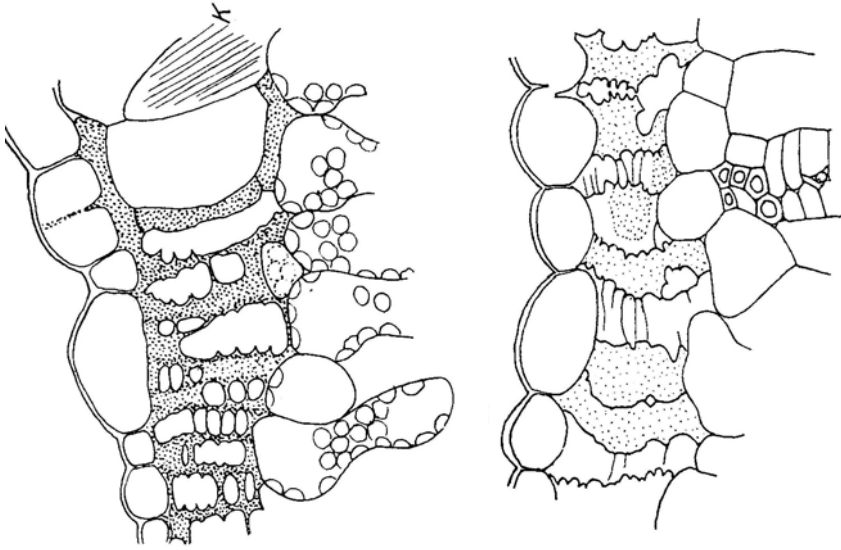


Fig. 5. Stücke aus Querschnitten durch Sordago-Flecke.

A = direkt in Chlorzinkjod liegend, *B* = nach vorhergehender Behandlung mit starker Javellescher Lauge. Bei *A* die zusammengeschrumpften Palisaden punktiert; *K* = eine Raphidenzelle. Das Zusammensinken nimmt von rechts nach links zu. Bei *B* die Inhaltsreste leicht punktiert. Zeiß, hom. Imm. 2 mm, Comp. Ok. 4, auf $\frac{1}{5}$ verkleinert.

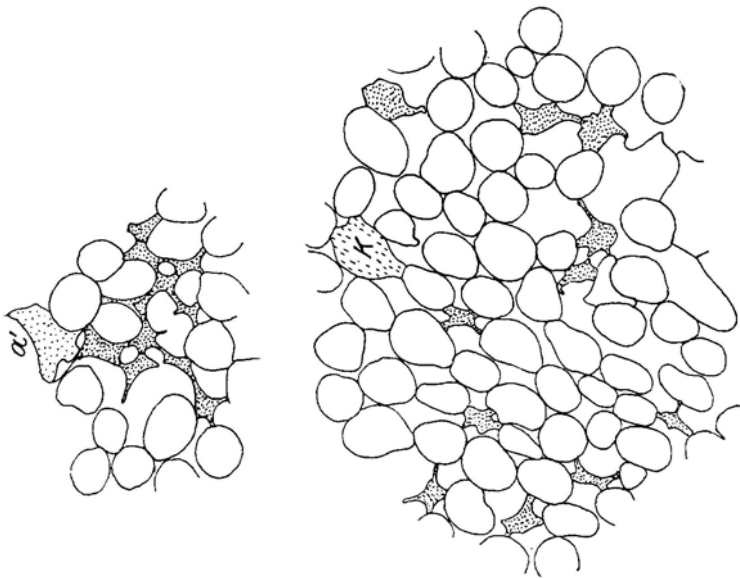


Fig. 4. Stücke von Flächenschnitten durch die Palisadenschicht sordagokranker Blätter.

A = mit einer Gruppe abgestorbener und einer absterbenden Zelle (*a'*). *B* = (etwas schief) mit meist einzeln liegenden, abgestorbenen (durch Punktierung hervorgehobenen) Zellen, *K* = Raphidenzelle. Beide Schnitte nach kurzer Behandlung mit Eau de Javelle in Chlorzinkjod liegend. Zeiß, Imm. 2 mm, Comp. Ok. 4, auf $\frac{1}{5}$ verkleinert.

wie durch Fäden verbunden sind. Nach längerer Einwirkung von starker Javellescher Lauge (Fig. 5 B) sind die braunen Inhaltmassen gelöst, und man erkennt, besonders nach Behandlung mit Chlorzinkjod, die zusammengeknitterten Palisadenmembranen sehr gut. Ihre scharfen Falten zeigen sich in der Flächenansicht als querverlaufende dunkle Linien. Die Querverbindungen der Fig. 5 A lassen sich als die Stellen erkennen, wo die Seitenwände der Palisaden durch Tüpfel in Verbindung standen; die sonst engen Interzellularräume können dann durch Zug stark erweitert sein. Fig. 6 zeigt dies an zwei weniger geschrumpften Palisadenzellen noch besser.

Die Epidermis, die lange wenigstens anscheinend normal bleibt, stirbt über den zerstörten Palisaden schließlich ab (oder kann wenigstens absterben) und sinkt ebenfalls zusammen (z. B. bei Fig. 7 B, rechts zu sehen). Dann ist

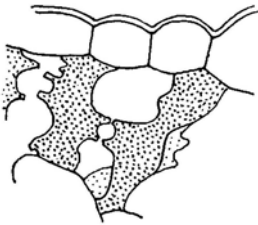


Fig. 6. Stück aus einem Querschnitt durch einen Sordago-Fleck, zwei zusammengeschrumpfte Palisaden zeigend (punktiert). Behandlung mit Eau de Javelle und Chlorzinkjod.

Zeiß, hom. Imm. 2 mm,
Comp. Ok. 4.

der lichtbraune, eingesenkte Fleck fertig. Die Farbe beruht auf der Bräunung des Zellinhaltes und dem Luftgehalt des abgestorbenen Gewebes, die Vertiefung auf dem Zusammensinken von Palisaden und Epidermis.

Es kommt nun oft — wohl nicht immer — vor, daß früher oder später während des Absterbens der Palisaden die Zellen der darunter liegenden Sammel-schicht und besonders gern die angrenzenden Zellen der Gefäßbündelscheide zu wuchern anfangen. Sie erweitern sich, strecken sich senkrecht zur Blattfläche (also in der Längsrichtung der Palisaden) und teilen sich mehrmals der Quere, seltener der Länge nach (Fig. 4, Tafel IV zwischen x und x', und Fig. 7). Sie können so, mehr einzeln auswachsend, zwischen die abgestorbenen und absterbenden Palisaden hineinwuchern (Fig. 7, A, B) oder, zu vielen dicht gedrängt nebeneinander sich streckend, die ganze Schicht abgestorbener Zellen auf das Niveau der Epidermis heben (Fig. 4, Taf. IV). Schließlich kann diese Decke offenbar noch abgestoßen werden. Eine neue Epidermis sah ich jedoch nicht entstehen und auch kein Hinauswuchern über das Niveau der abgestorbenen. Die Zellen führen reichlich Chloroplasten und in ihnen Stärke; sie bilden einen teilweisen Ersatz für die verlorenen Palisaden.

Diese Beobachtungen ließen mich eine Zeitlang daran zweifeln, ob die ganz stark angeschwollenen Zellen, die jeder Schnitt durch ein krankes Blatt zeigt, außer aus den Sammelzellen überhaupt und außerdem noch aus Palisaden entstehen könnten. Feine Querschnitte geben oft, feine Flächenschnitte (die für die gegenseitige Lagerung der Zellen wichtig sind) nie eine Entscheidung über ihre Herkunft; doch lassen Bilder, wie Fig. 7 B, keinen Zweifel

aufkommen, daß sie auch aus Palisaden entstehen können (p, p'). Sie zeigen auch, daß sich die Palisaden querüber teilen können.

Fig. 8 stellt einen Flächenschnitt durch einen kleinen braunen Flecken dar, der dem Alter nach den Querschnittsbildern der Fig. 5 entsprechen mag,

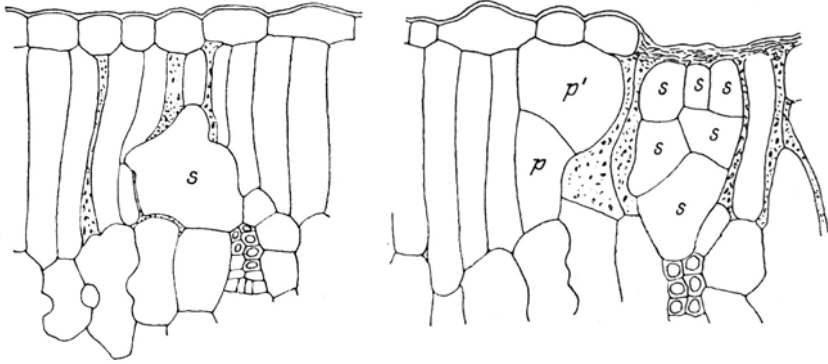


Fig. 7. Zwei Stücke von Querschnitten durch sordagokranke Blätter, nach der Behandlung mit Eau de Javelle in Chlorzinkjod.

A zeigt das beginnende Auswachsen einer Zelle s der Gefäßbündelscheide zwischen die teilweise abgestorbenen und desorganisierten Palisaden hinein. Bei *B* ist aus einer solchen ausgewachsenen Scheidenzelle ein ganzer Zellkomplex $s, s, s \dots$ entstanden; pp' eine angeschwollene, einmal geteilte Palisade. Zeiß, Syst. E, Ok. 2, auf $\frac{3}{4}$ verkleinert.

als Mikrophotographie, und Fig. 9 ein Stück aus einem ähnlichen Schnitt stärker vergrößert. Es zeigt allerlei Stadien des Überganges von normalen (Palisaden-) Zellen (p) zu sehr stark erweiterten (p''). Die große, mit K' bezeichnete Zelle ist aus einer Palisade hervorgegangen, in der ein Raphidenbündel lag; nach der Orientierung des quer geschnittenen Bündels (das annähernd die ursprüngliche Größe der Zelle angibt) ist die Herkunft aus einer Sammelzelle oder Scheidenzelle ausgeschlossen. Bei den übrigen großen, mit p' und p'' bezeichneten Zellen ist die gleiche Herkunft nicht so sicher. Die abgestorbenen, zerdrückten Zellen sind punk-

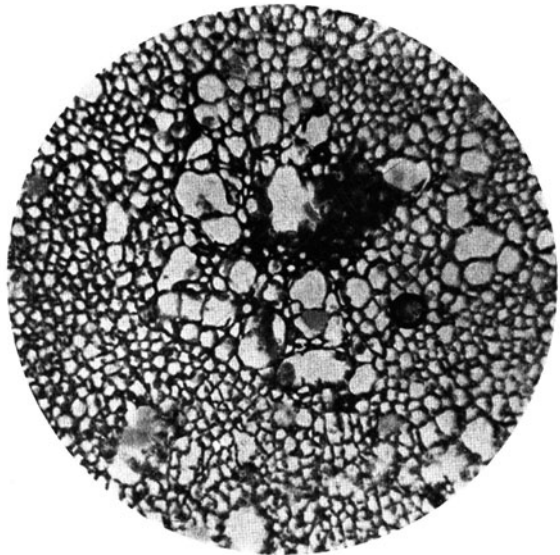


Fig. 8. Flächenschnitt durch einen Sordago-Flecken. Zeiß Syst. D, Ok. 4. Photogr. Dr. Windel.

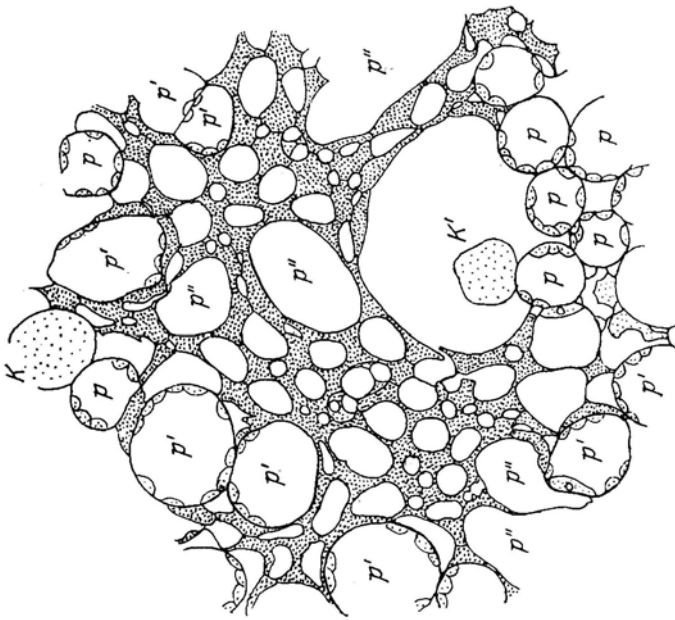


Fig. 9. Stück eines Flächenschnittes durch die Palisadenschicht eines sorgdokranken Blattes.

Die abgestorbenen Palisaden sind punktiert, ihre Abgrenzung gegeneinander war nicht immer deutlich, p = normale Palisaden; p' = angeschwollene, aber noch Inhalt führende; p'' = angeschwollene, leere Zellen (Palisaden?); K = Raphidenzelle im Querschnitt, normal, K' = angeschwollene, unten in der Zelle das Nadelbündel quer durchschnitten, die ursprüngliche Größe der Zelle zeigend. Behandlung mit Chlorzinkjod. Zeiß, hom. Imm. 2 mm, Comp. Ok. 4, auf $\frac{1}{3}$ verkleinert.

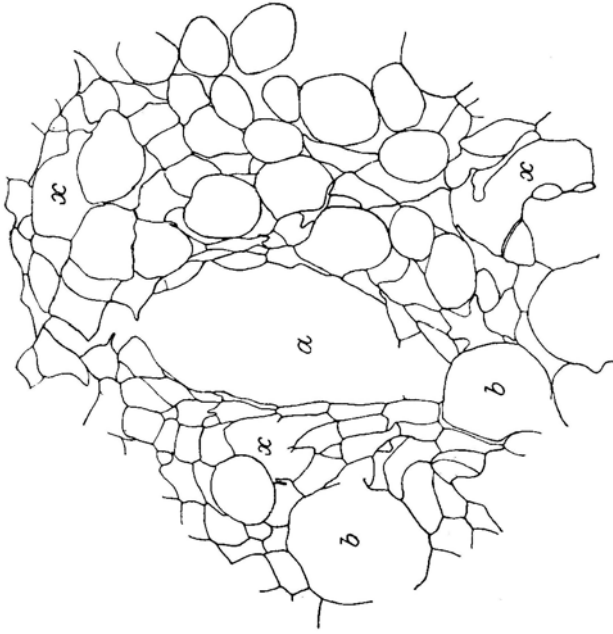


Fig. 10. Ein ähnlicher Flächenschnitt wie Fig. 9; nach längerer Vorbehandlung mit Eau de Javelle in Chlorzinkjod liegend.

Es sind nur noch die Zellwände zu sehen, z. T. zerrissen; links noch normale Palisaden, in der Mitte eine stark angeschwollene Zelle a , von zerdrückten umgeben; b = kleinere, angeschwollene Zellen; x = angeschwollene, später zerdrückte Zellen. Zeiß, hom. Imm. 2 mm, Comp. Ok. 4, auf $\frac{1}{3}$ verkleinert.

tiert. Fig. 10 (S. 768) ist ein Stück eines ganz ähnlichen Schnittes, bei dem die Inhaltmassen der abgestorbenen Zellen durch Eau de Javelle herausgelöst worden waren, so daß die Membranen, und damit die Umrißlinien der einzelnen Zellen, ganz deutlich geworden sind. (Bei beiden Schnitten sind stellenweise die Membranen etwas zerrissen.) — Fig. 11 endlich ist ein etwas schief geführter, sonst ähnlicher Schnitt, der weniger lang mit Eau de Javelle und dann mit Chlorzinkjod behandelt worden war. Er zeigt stellenweise sehr hübsch das Bild eines Querschnittes durch Eckenkollenchym: an Stelle des Lumens der Kollenchymzellen treten die angeschwollenen Pallisaden oder

Interzellularen, an Stelle der Eckenverdickungen die zusammengepreßten oder zusammengefallenen Palisaden¹⁾. Hier sind auch die Membranen der einzelnen Zellen ganz deutlich. Da die Membranen sehr zart sind, ist es nicht immer leicht, auf derartigen Querschnittsbildern einen Raum zwischen abgestorbenen Zellen als Zelle oder Interzellulare festzustellen.

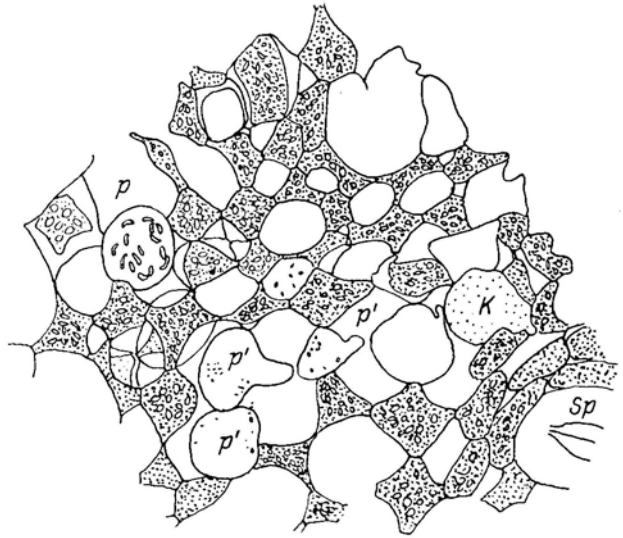


Fig. 11. Stück aus einem etwas schief geführten Flächenschnitt durch einen Sordago-Fleck, nach kurzer Behandlung mit Eau de Javelle in Chlorzinkjod.

In den abgestorbenen, punktierten Zellen auch die Stärkekörnchen angedeutet; *p* = eine Palisade mit viel Stärke; *p'* = Palisaden mit Stärkespuren; *Sp* = Spaltöffnung. Zeiß, hom. Imm. 2 mm, Comp. Ok. 4.

Die cytologischen Details habe ich nur auf einen Punkt hin genau untersucht, ob nämlich nicht irgend ein Krankheitserreger zu finden wäre, aber ohne jeden Erfolg.

Zusammenfassend dürfen wir wohl sagen: Die Fleckenbildung beginnt damit, daß einzelne Palisaden oder ganze Gruppen von solchen absterben. Die angrenzenden Palisaden wölben sich vor und drücken die abgestorbenen mehr oder weniger zusammen, zerren sie auch auseinander — wobei die Inter-

¹⁾ Es sieht zunächst oft so aus, als ob Interzellularen mit einer braunen homogenen Masse, etwa Wundgummi, gefüllt wären, die geeignete Behandlung lehrt aber stets, daß ganze, zerdrückte Zellen vorliegen.

zellularen aber teilweise erhalten bleiben. Während der Absterbeprozess neue Zellen ergreift und andere neue anschwellen, können die älteren angeschwollenen selbst absterben und zusammengedrückt werden. Dann sinkt das abgestorbene Gewebe zusammen oder wird von auswachsenden und sich teilenden Zellen der Sammelschicht und der Gefäßbündelscheiden zusammengedrückt. Schließlich kann das Abgestorbene mit der auch zugrunde gehenden Epidermis teilweise abgestoßen werden.

Die Epidermis fand ich nie primär erkrankt, und die unter den Palisaden liegenden, ruhenden oder hervorgewucherten Zellen überhaupt niemals; die Zerstörung geht also von den Palisaden aus und bleibt, von der direkt darüber liegenden Epidermis abgesehen, auch auf sie beschränkt. Diese strenge Lokalisation erklärt nun, warum die braunen Flecken nie am Stengel, am Blattstiel, über den Blattnerven oder an der jungen, grünen Frucht (dem Anthokarp, das aus dem Grunde der Perigonröhre entsteht) gefunden wurde, sondern immer nur in der Blattspreite und hier wieder auf der Oberseite, nicht auf der Unterseite. Palisaden sind eben nur hier vorhanden.

Vererbung.

Die Sippen der *Mirabilis Jalapa*, die jetzt mit Sordago behaftet sind, gehen auf zwei sicher verschiedene Quellen zurück. Die Mehrzahl stammt von einer mehr als 10 Jahre zurückliegenden Aussaat einer *variegata*-Sippe her, in der wohl schon von vornherein die Krankheit vorhanden war. Eine führt auf eine Pflanze der Sippe *gilvaroseostriata* (mit dunkelgrünem Laub) zurück, in der mir vorher niemals Sordago aufgefallen war. Diese Pflanze gab 1910 nach Selbstbestäubung unter 65 Nachkommen 13 *sordidae*, die sonst in nichts von ihren Geschwistern abwichen. Zwei weitere Pflanzen derselben Abkunft (Geschwister) brachten nur normale Nachkommen hervor. Diese Stammpflanze dürfte aus einer mutierten Sexualzelle entstanden, eine „Bastardmutante“ gewesen sein. Denn ich glaube nicht, daß ich *sordida*-Pflanzen in ihrer Antezedenz übersehen hätte, zumal da ich die *Sordidae* der *variegata*-Sippe schon kannte; streng beweisend ist der negative Befund natürlich nicht.

Die *Mirabilis-Jalapa*-Pflanzen, die sonst unseren Winter nicht vertragen, lassen sich durch ihre rübenförmigen Wurzelknollen, ähnlich wie Dahlien, überwintern. Dabei zeigt sich, daß jedes Individuum, das die *sordida*-Eigenschaft überhaupt zeigt, sie jahraus, jahrein streng beibehält. Beim Austreiben sind zunächst die Sprosse normal, dann treten, wie bei Sämlingen, die braunen Sprenkelflecken auf. Äußere Einflüsse wirken, soweit meine Erfahrung reicht, kaum auf das Auftreten ein. Umgekehrt habe ich nie eine Pflanze, die im ersten Jahre die normale Belaubung zeigte, in späteren Jahren *sordida* werden sehen.

Eine nähere Untersuchung zeigte nun bald, daß die Sordago erblich ist und dabei ganz einfach den Mendelschen Gesetzen folgt.

Traten *sordidae* und normale Pflanzen in der durch Selbstbefruchtung erzielten Nachkommenschaft einer normal aussehenden Pflanze auf, so ließ sich leicht feststellen, daß die *sordidae* etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtzahl ausmachten, die normalen Pflanzen aber etwa $\frac{3}{4}$. Daraus ließ sich schon schließen, daß die betreffende normal aussehende P_1 -Pflanze eine Heterozygote (normal + *sordida*) gewesen war, und daß der normale Zustand über die Sordago dominiert. Bestätigt wurde das durch das weitere Verhalten der Nachkommenschaft. Die *sordidae* gaben bei Selbstbestäubung ausschließlich nur ihresgleichen, waren also Homozygoten; die normal aussehenden Geschwisterpflanzen verhielten sich verschieden: etwa $\frac{1}{3}$ von ihnen gab nur normale Nachkommen, die anderen $\frac{2}{3}$ dagegen wieder je eine *sordida* auf drei normale Pflanzen usw.

Es handelt sich also um typischen Monohybridismus; das *sordida*-Merkmal ist rezessiv, und zwar so vollständig, daß ich, zurzeit wenigstens, die normalen Homozygoten und die Heterozygoten nicht unterscheiden kann.

Das Gesagte mag durch Mitteilung einiger Versuchsreihen belegt werden¹⁾.

Versuchsreihe I.

Die Versuche gingen von einer völlig normal aussehenden, hell- und dunkelgrün gescheckten (*variegata*) Pflanze von niedrigem Wuchs (*f. nana*) aus (2675), von der zwei Äste zur Selbstbestäubung in Gazesäcke eingeschlossen worden waren. Alle Nachkommen, 71 an Zahl, waren wieder *variegata*, dagegen hatten nur 52 normales Laub, 19 (etwa 27%) waren *sordidae*.

Von 23 beliebig herausgegriffenen, normal aussehenden Pflanzen wurde wieder nach Selbstbestäubung die Nachkommenschaft aufgezogen. Das Ergebnis bringt Tab. 1 (S. 772).

Von den 23 normalen Pflanzen der zweiten Generation waren also 8 Homozygoten und 15 Heterozygoten, also 35 und 65% statt 33,3 und 66,6%, wie es das Spaltungsgesetz verlangt.

Zählt man alle Pflanzen der dritten Generation, die von den 15 Heterozygoten abstammen, zusammen, so sind es 510; davon waren 140, also 27% (statt 25%) *sordidae*.

Einige Versuche gaben, wie zu erwarten²⁾, neben *variegata*-Pflanzen auch einzelne dunkelgrüne *typicae*; darauf ist in der Tabelle keine Rücksicht genommen.

¹⁾ Es wurden Versuche der letzten Jahre ausgesucht, weil diese größere Zahlen umfaßten.

²⁾ Vgl. die Anm. auf S. 761.

Tabelle 1.

Nr. des Versuches	Gesamtzahl	Davon		Nr. des Versuches	Gesamtzahl	Davon	
		sord.	%			sord.	%
12311	28	—	—	12310	45	13	29
12313	7	—	—	12312	27	7	26
12321	85	—	—	12314	44	10	23
12324	48	—	—	12315	20	5	25
12325	44	—	—	12316	30	8	27
12327	55	—	—	12317	14	5	36
12330	38	—	—	12318	28	7	25
12332	56	—	—	12319	42	17	40
Zusammen	361	—	—	12320	40	15	38
				12322	45	11	24
				12323	17	5	29
				12326	54	14	26
				12328	46	7	15
				12329	20	5	25
				12331	38	11	29
				Zusammen	510	140	27

Versuchsreihe II.

Ausgangspunkt war eine Pflanze (1017), die sonst auf hellgrünem Grund (*chlorina*) schwach dunkelgrün gesprenkelt (also *variegata*) und völlig normal belaubt war, aber auch einen dunkelgrünen (*typica*) Trieb besaß. 4 Äste, darunter auch der dunkelgrüne, wurden zur Selbstbestäubung gesäckt¹⁾. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 für die vier Äste getrennt zusammengestellt.

Tabelle 2.

Aussehen des Astes	Nr. des Versuches	Gesamtzahl	normal				<i>sordida</i>				% der Gesamtzahl
			<i>chlor.</i>	<i>var.</i>	<i>typ.</i>	zusammen	<i>chlor.</i>	<i>var.</i>	<i>typ.</i>	zusammen	
<i>variegata</i> . .	11256	5	1	3	1	5	—	—	—	—	—
<i>variegata</i> . .	11257	40	6	23	—	29	2	9	—	11	27,5
<i>variegata</i> . .	11258	33	4	22	1	27	1	5	—	6	18
dunkelgrün	11259	13	1	1	8	10	—	—	3	3	25
Zusammen		91				71				20	22

Von den Nachkommen der Pflanze 1017 waren also, ganz unabhängig von der Laubfarbe, 22% *sordidae* und der Rest normal. Bei allen vier Ver-

¹⁾ Wegen des Verhaltens der verschiedenen Grünfärbung, speziell der „Amphoterogonie“ des dunkelgrünen und der *variegata*-Äste, sei auf die Abhandlung: Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden *Mirabilis*-Sippen, Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. 28, S. 418 (1910), G. A. 32, 657, verwiesen, sowie auf die „neuen Vererbungsgesetze“, S. 69 (1912).

suchen war eine Anzahl dieser normalaussehenden Pflanzen, zusammen 33, zur Selbstbestäubung gesäckt worden. Die Nachkommenschaft ist in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3.

Fortsetzung von Versuch	Nr. des Versuchs	Gesamtzahl	davon <i>sordidae</i>	%	Fortsetzung von Versuch	Nr. des Versuchs	Gesamtzahl	davon <i>sordidae</i>	%	
11256	12252	18	—	—	11257	12255	28	8	29	
	12253	29	—	—		12256	27	8	29	
	12254	21	—	—		12258	25	4	16	
11257	12257	26	—	—	12361	60	12	20		
	12259	39	—	—	12263	26	4	15		
	12260	43	—	—	12264	16	4	25		
	12262	36	—	—	12265	17	3	18		
11258	12267	25	—	—	12266	20	3	15		
	12268b	27	—	—	12268a	10	1	10		
	12272	39	—	—	12269	30	5	17		
11259	12275	20	—	—	12270	18	3	17		
	12276	23	—	—	12271	41	7	17		
	12279	33	—	—	12273	22	3	14		
					12274	51	13	25		
zusammen 13 Vers.		379	—	—	11259	12277	26	5	19	
				12278		27	6	22		
				13280		91	25	27		
				12281		21	5	23		
				12282		61	10	16		
				12283		33	8	24		
						zusammen 20 Ver.		651	137	21

Es waren also von den 33 untersuchten, normal aussehenden Pflanzen der 2. Generation 20, d. h. 61%, Heterozygoten, statt 66,6%, wie zu erwarten war.

Zählt man die Nachkommenschaft dieser 20 Heterozygoten zusammen, so sind es 651 Pflanzen; davon waren 137, also 21%, *sordidae* (statt 25%), der Rest war normal.

Der Versuch 12 256 wurde 1914 fortgesetzt. Wie aus Tab. 3 ersichtlich, hatte er unter 27 Individuen 8 *sordidae* gegeben. Nach der Laubfarbe waren es gewesen:

	davon normal	<i>sordidae</i>
7 <i>chlorinae</i> (hellgrün)	4	3
14 <i>variegatae</i> (hell uno dunkelgrün)	12	2
6 <i>typicae</i> (dunkelgrün)	3	3.

11 Pflanzen waren zur Selbstbestäubung gesäckt worden, 2 *chlorinae*, 3 *variegatae* und 6 *typicae*, teils normale Individuen (3), teils *sordidae* (8). Das Resultat der Aussaat bringt Tab. 4 (S. 774).

Die drei Pflanzen mit normaler Belaubung haben sich demnach als Heterozygoten herausgestellt; sie weisen zusammen unter ihren 117 großgezogenen

Tabelle 4.

Nr. des Versuchs	Aussehen der Stammpflanze	Gesamtzahl	normal				sordida				%
			chlor	var.	typ.	zusammen	chlor	var.	typ.	zusammen	
14107	normal <i>typica</i>	27	—	6	15	21	—	—	6	6	22
14109	„ „	43	—	—	34	34	—	—	9	9	21
14115	„ „	47	—	13	23	36	—	6	5	11	23
14106	<i>sordida</i> „	31	—	—	—	—	—	8	23	31	100
14110	„ „	26	—	—	—	—	—	10	16	26	100
14112	„ „	31	—	—	—	—	—	7	24	31	100
14105	„ <i>varieg.</i>	49	—	—	—	—	21 ¹⁾	28	—	49	100
14111	„ „	35	—	—	—	—	8	27	—	35	100
14113	„ „	20	—	—	—	—	—	20	—	20	100
14108	„ <i>chlorin.</i>	24	—	—	—	—	24	—	—	24	100
14114	„ „	38	—	—	—	—	38	—	—	38	100

Nachkommen 26 *sordidae*, also etwa 22% auf. Die 8 *sordidae* haben alle wieder ausschließlich ihresgleichen hervorgebracht, zusammen 254 Pflanzen, wobei das *sordida*-Merkmal z. T. wieder mit verschiedener Farbe des Laubes kombiniert auftrat.

Versuchsreihe III.

Hier stelle ich einige Versuche zusammen, aus denen die Konstanz isolierter *sordidae* hervorgeht. Es handelt sich dabei teils um *variegatae*, teils um dunkelgrüne Pflanzen.

Tabelle 5.

<i>sordidae typicae</i>				<i>sordidae variegatae</i>			
Nr. des Versuchs	Gesamtzahl	Aussehen	davon <i>varieg.</i>	Nr. des Versuchs	Gesamtzahl	Aussehen	davon <i>typic.</i>
12293	13	<i>sord.</i>	2	12284	11	<i>sord.</i>	—
12294	13	„	5	12285	30	„	1
12298	15	„	4	12286	32	„	—
12299	7	„	2	12287	32	„	—
12300	11	„	3	12288	20	„	1
12301	17	„	4	12289	37	„	—
12302	26	„	4	Zusammen	162	<i>sord.</i>	2
12304	26	„	3				
12306	18	„	2				
12307	17	„	3				
12309	14	„	1				
Zusammen	177	<i>sord.</i>	33				
12303	6	„	—				
13305	12	„	—				
12308	8	„	—				
Zusammen	26	<i>sord.</i>	—				

¹⁾ Bei diesem einen Versuch war die Abgrenzung der *chlorina* von der *variegata* wohl nicht sorgfältig genug vorgenommen worden.

Versuchsreihe IV.

Obwohl durch das regelmäßige Spalten der Nachkommenschaft heterozygotischer Individuen eigentlich schon sichergestellt ist, daß die Sordago sowohl durch die männlichen als durch die weiblichen Keimzellen vererbt wird, habe ich 1912 doch noch besondere Versuche angestellt, bei denen dieselbe *sordida*-Pflanze einmal die Eizellen und einmal den Pollen lieferte. Es war eine typisch grüne Pflanze (2745), deren Konstanz hinsichtlich der Sordago bekannt war, die aber in der Laubfarbe eine Heterozygote (*typica* + *variegata*) war.

A. Im einen Fall wurde sie mit dem Pollen einer konstant normalen, dunkelgrün aussehenden Pflanze (2760) bestäubt, die ebenfalls eine Heterozygote *typica* + *variegata* war. (Nach Selbstbestäubung hatte sie 1912 z. B. unter 70 normalen Sämlingen 48 dunkelgrüne und 22 hellgrüne (*variegata* und *chlorina*) gegeben.)

Die 20 großgezogenen Bastarde der Kombination *sordida* ♀ + normal ♂ hatten alle normale Blätter, 17 waren typisch grün, 2 *variegata* und 1 *chlorina*. Hellgrüne Nachkommen waren zu erwarten, da ja beide Eltern hinsichtlich der Laubfarbe heterozygotisch waren. Von drei typisch grünen Bastarden wurde nach Selbstbestäubung die Nachkommenschaft aufgezogen. Das Ergebnis bringt Tab. 6.

Tabelle 6.

Nr. des Versuches	Gesamtzahl	normal				<i>sordida</i>				
		<i>chlor.</i>	<i>var.</i>	<i>typ.</i>	zusammen	<i>chlor.</i>	<i>var.</i>	<i>typ.</i>	zusammen	%
14098	48	6	3	26	35	1	4	8	13	27
14099	44	—	—	32	32	—	—	12	12	27
14100	61	—	10	41	51	—	4	6	10	16
Zusammen	153				118				35	23

Die zweite Generation der drei Bastarde bestand also zu 27, 27 und 16% aus *sordidae*, zusammen aus 23%. 2 Bastarde waren hinsichtlich der Laubfarbe heterozygotisch, ihre Nachkommenschaft zeigt deshalb das Sordago-Merkmal sowohl wieder mit der typisch grünen Farbe als mit dem *variegata*- und *chlorina*-Merkmal kombiniert.

B. Im zweiten Falle wurde eine normal aussehende, typisch grüne Pflanze (2755) verwendet, die aber, wie der Erfolg der Selbstbestäubung lehrte, sowohl hinsichtlich der Laubfarbe als der normalen Beschaffenheit der Blätter heterozygotisch war¹⁾. Sie wurde mit dem Pollen derselben *sordida* (2745) bestäubt, die zum Versuch A verwendet worden war. Von

¹⁾ Unter 11 Nachkommen war freilich nur eine *sordida* gewesen und zwei *variegatae*.

den 14 großgezogenen Bastarden waren 7 normal und 7 *sordidae*, lag doch die Rückkreuzung einer Heterozygote (2755) mit der rezessiven Sippe vor. Von den normalen Pflanzen war eine, von den *sordidae* waren zwei *variegatae*, der Rest typisch grün.

Wieder wurde von drei normal aussehenden, typisch grünen Bastarden nach Selbstbestäubung die Nachkommenschaft aufgezogen. Tabelle 7 bringt das Ergebnis.

Tabelle 7.

Nr. des Versuches	Gesamtzahl	normal				<i>sordida</i>				%
		<i>chlor.</i>	<i>var.</i>	<i>typ.</i>	zusammen	<i>chlor.</i>	<i>var.</i>	<i>typ.</i>	zusammen	
14101	45	—	10	25	35	—	1	9	10	22
14102	42	—	—	34	24	—	—	11	11	24
14103 } 14104 }	104	—	—	80	80	—	—	24	24	23
Zusammen	194				149				45	23

Die 3 Bastarde gaben also 22, 24 und 23% *sordidae*, zusammen 23%. Der eine war hinsichtlich der Laubfarbe heterozygotisch, er zeigte sowohl unter den *variegatae* wie den typisch grünen Nachkommen *sordidae*.

Das in den 4 Versuchsreihen angeführte Beweismaterial wird genügen, um zu zeigen:

1. daß das Sordago-Merkmal im strengsten Sinne erblich ist;
2. daß die Vererbung den Mendelschen Gesetzen folgt;
3. daß das Sordago-Merkmal durch eine einzige Anlage (ein Gen) bedingt ist;
4. daß es dem normalen Zustand gegenüber rezessiv ist.

Die Versuche, das *sordida*-Merkmal mit dem *albomaculata*-Merkmal zu verbinden, schlugen, wohl nur zufällig, alle fehl. Unter den 11 Bastarden, die ich durch Bestäuben einer *albomaculata*-Pflanze (3158) mit dem Pollen einer *sordida* (3084) erhalten hatte, war kein einziger weißgesprenkelt; auch die umgekehrte Bestäubung (*sordida* 3084 mit dem Pollen von *albomaculata* 3158) lieferte nur (5) grüne Pflanzen. Letzteres war nach dem Verhalten der *albomaculata*¹⁾ von vornherein nicht anders zu erwarten.

Die Verbindung der *Mirabilis Jalapa sordida* mit der normalen *M. longiflora* gelang unschwer und lieferte normale Bastarde; die 2. Generation ist noch nicht aufgezogen, ich zweifle nicht, daß sie Spaltung zeigen wird.

¹⁾ Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung. Zeitschr. f. indukt. Abstam. und Vererbungslehre, Bd. II, S. 331 u. f. (1909), G. A. 29, 648. Eine Berechtigung der Kritik, die LUNDEGÅRD (Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypothesen, Pringsh. Jahrb. Bd. 48, S. 301 u. f. 1910) an dieser Arbeit geübt hat, kann ich, auch nach dem Ausfall weiterer Experimente, nicht anerkennen.

Höhe und Gewicht der *sordidae*.

Es ist schon hervorgehoben worden (S. 760), daß die *sordida*-Pflanzen merklich niedriger und wesentlich leichter sind, als die normalen Individuen der gleichen Abkunft. Auch hierfür seien einige Belege in Tabellenform angeführt¹⁾.

Die Versuche selbst, die das Material lieferten, sind uns schon in den vorhergehenden Tabellen begegnet. Bei jedem Versuch und jeder Pflanzenklasse sind (soweit möglich) drei Werte für Höhe und Gewicht gegeben, der Wert für die schwächste (Mi.) und stärkste Pflanze (Ma.) und, fettgedruckt, das arithmetische Mittel (Me.) aus den Einzelwerten für alle zu dem Versuch, resp. zu der Pflanzenklasse gehörigen Individuen. (Maxima und Minima in Höhe und Gewicht fielen durchaus nicht immer auf die gleichen Pflanzen). Vorausgestellt ist bei jeder Pflanzenklasse die Zahl der Individuen, aus der der Mittelwert berechnet wurde. Die letzte Kolonne zeigt das mittlere Gewicht der *sordidae*, wenn das mittlere Gewicht der zum selben Versuch gehörigen Pflanzen der gleichen Laubfarbe zu 100 angenommen wird.

Die Tab. 9 (S. 778) ist aus Versuchen zusammengestellt, deren Pflanzen sich alle unter möglichst gleichen Bedingungen entwickelt haben, so daß die Werte der einzelnen Versuche untereinander gut vergleichbar sind, was für Tab. 8 (S. 778) nicht zutrifft, wo nur die Werte jedes einzelnen Versuches für sich verglichen werden dürfen.

Beide Tabellen lehren, daß *sordida*-Pflanzen im Durchschnitt wesentlich niedriger sind als normale der gleichen Abkunft und der gleichen Laubfarbe — meist sind sie wenig mehr als halb so hoch —, und daß sie im Durchschnitt sehr viel weniger wiegen. Im Maximum ist der Mittelwert der *sordidae* etwa $\frac{1}{3}$ des Mittelwertes der normalen Pflanzen, und er geht bis auf $\frac{1}{10}$ herab. Das tritt auch hervor, wenn man die Minima und vor allem die Maxima für *sordidae* und normale Pflanzen desselben Versuches vergleicht.

Vergleicht man normale dunkelgrüne Pflanzen einerseits und *chlorinae* oder *variegata* der gleichen Herkunft andererseits, so sind die letzteren durchschnittlich etwas niedriger²⁾ und etwa leichter. Bei den *sordidae* fand ich

¹⁾ Die Messungen und Wägungen wurden im September an einjährigen Pflanzen vorgenommen, wenn in unserem Klima die Entwicklung für das Jahr zum Stillstand gekommen war. Gemessen wurde bei den einen Versuchen an den im Boden stehenden Pflanzen der Abstand von der Erdoberfläche bis zu den Hüllkelchspitzen in der Mitte des Busches, bei den andern an den abgeschnittenen, senkrecht herabhängenden Pflanzen der Abstand zwischen dem Anfang der Rübe und den Hüllkelchspitzen. Bei stärker ungleichseitig entwickelten Büschen wurde ein Mittelwert genommen. Der Natur der Sache nach sind die Maße ziemlich ungenau; es wurde deshalb in den letzten Jahren weniger gemessen als gewogen. Dabei wurden die dicht über den Rüben abgeschnittenen Pflanzen mit der untersten Gabelung an einer Federwaage aufgehängt, die direkt je 10 g abzulesen erlaubte; eine Schätzung von Grammen war möglich. Die Waage wurde von Zeit zu Zeit mit Gewichten auf ihre Genauigkeit geprüft und bis zuletzt stets gut brauchbar gefunden.

²⁾ Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen usw. S. 616.

Tabelle 8.

Nr. des Ver- suchs	Laub- farbe	Höhe in cm								Gewicht in g								Me. normal = 100
		Zahl	normal			Zahl	<i>sordida</i>			Zahl	normal			Zahl	<i>sordida</i>			
			Mi.	Me.	Ma.		Mi.	Me.	Ma.		Mi.	Me.	Ma.		Mi.	Me.	Ma.	
12269	<i>typ.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	24	60	191	370	5	25	55	70	29
12281	<i>typ.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	17	80	217	380	5	30	45	70	21
12333	<i>typ.</i>	26	28	38	42	4	22	24	28	26	60	192	310	4	20	33	45	17
12255	<i>var.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	20	50	283	400	8	55	89	130	32
12310	<i>var.</i>	33	29	44	55	12	18	29	39	33	70	364	770	12	18	75	140	21
12314	<i>var.</i>	33	32	41	50	10	22	26	29	33	45	311	690	10	50	72	100	23
12322	<i>var.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	45	20	265	550	11	50	85	150	32
12326	<i>var.</i>	—	27	38	50	—	18	25	32	39	90	267	770	14	40	81	140	30
12282	<i>typ.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	39	60	314	590	10	40	88	140	28
	<i>chlor.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	12	80	250	430	—	—	—	—	—
12334	<i>typ.</i>	25	31	38	46	8	19	23	26	25	110	280	630	8	40	58	90	21
	<i>var.</i>	14	31	36	42	3	19	23	27	14	120	221	410	3	35	65	110	29
12335	<i>typ.</i>	23	28	40	49	5	22	25	27	23	120	243	530	5	25	45	60	19
	<i>var.</i>	5	33	35	42	2	21	22	23	5	120	236	410	2	25	28	30	12
14115	<i>typ.</i>	23	41	51	64	5	26	30	33	23	95	230	350	5	24	42	50	18
	<i>var. u.</i>	14	32	44	51	5	24	29	32	14	100	180	290	5	40	59	75	33
	<i>chlor.</i>																	

Tabelle 9.

Nr. des Ver- suchs	Laub- farbe	Höhe in cm								Gewicht in g								Me. normal = 100
		Zahl	normal			Zahl	<i>sordida</i>			Zahl	normal			Zahl	<i>sordida</i>			
			Mi.	Me.	Ma.		Mi.	Me.	Ma.		Mi.	Me.	Ma.		Mi.	Me.	Ma.	
14098	<i>typ.</i>	26	12	43	55	8	19	24	31	26	9	165	300	8	10	27	50	16
	<i>var. u.</i>	9	31	40	48	5	17	21	25	9	115	156	235	5	19	37	55	24
	<i>chlor.</i>																	
14099	<i>typ.</i>	32	34	46	58	11	12	24	30	32	50	167	405	11	4	25	48	15
	<i>typ.</i>	41	33	47	67	6	20	23	26	41	55	177	290	6	8	22	40	12
14100	<i>var. u.</i>	10	22	37	46	4	21	25	32	9	60	145	235	4	35	48	65	33
	<i>chlor.</i>																	
14101	<i>typ.</i>	25	44	54	65	9	25	29	35	25	80	224	365	9	20	39	55	17
	<i>var.</i>	10	45	49	52	1	—	24	—	10	110	182	315	1	—	15	—	8
14102	<i>typ.</i>	34	26	48	63	10	19	27	34	34	11	143	360	9	8	18	42	13
1) 14103	<i>typ.</i>	69	18	40	52	16	14	22	29	69	6	182	345	16	4	23	40	13
1) 14104	<i>typ.</i>	16	14	46	60	4	20	24	29	16	8	161	385	4	15	25	45	16
Zus.	<i>typ.</i>	243	—	45	—	64	—	25	—	243	—	175	—	63	—	25	—	14
	<i>var. u. chlor.</i>	29	—	42	—	10	—	23	—	28	—	161	—	10	—	39	—	24

eigentümlicherweise das Verhältnis meist umgekehrt, wenigstens was das Gewicht angeht: die *variegatae sordidae* sind merklich schwerer als die dunkelgrünen *sordidae*. Die Unterschiede zwischen dunkelgrün und *chlorina* oder *variegata* verschwinden aber fast gegenüber den Unterschieden zwischen normalen und von der Sordago befallenen Pflanzen.

¹⁾ Von einer Pflanze.

Es fragt sich nun, wie der auffallende Unterschied in der Größe und dem Gewicht zustande kommt. Das Nächstliegende ist natürlich, in der Erkrankung selbst die Ursache der Verzweigung zu suchen. Das teilweise Absterben der Palisaden muß von Einfluß auf die Ernährung sein, auch wenn durch das Wuchern der Sammelzellen usw. ein gewisser Ersatz zustande kommt. Es fragt sich nur, ob die so bedingte Unterernährung der kranken Pflanzen allein ausreicht, um den Unterschied zu erklären. Versuche darüber sind angefangen worden, aber noch nicht weit genug gediehen. Eine zweite Möglichkeit wäre, daß die Verzweigung der *sordidae* durch einen besonderen Hemmungsfaktor bedingt wird, ähnlich den Faktoren, die bei den Sippen *humilis* und *nana* — zu denen die meisten mit *Sordago* behafteten Linien gehören — den niedrigen resp. zwergigen Wuchs bedingen. Dieser Faktor müßte aber, im Gegensatz zu den eben genannten *humilis*- und *nana*-Faktoren, mit dem *Sordago*-Faktor fest verkoppelt sein.

An und für sich genügt die eine und die andere Annahme den Tatsachen; es kann aber kaum einem Zweifel unterliegen, daß die erste die innere Wahrscheinlichkeit für sich hat, wonach der Zwergwuchs also eine direkte Folgeerscheinung der Krankheit ist.

Ergebnisse.

Die *Sordago* scheint mir in verschiedener Hinsicht von Interesse zu sein.

Zunächst einmal das Krankheitsbild selbst: Die Lokalisation der eigentlichen Erkrankung auf die Palisaden, und hier wieder auf einzelne Flecken der Palisadenschicht, die Abtötung und das Zerdrücktwerden der einen, das Anschwellen der anderen Zellen, schließlich das Absterben und Zusammen-sinken des ganzen Fleckes mit der darüber liegenden Epidermis, und der teilweise Ersatz durch auswuchernde, tieferliegende Zellen: all das sind Züge, die in ihrer Gesamtheit bei keiner andern mir bekannten Pflanzenkrankheit wiederkehren.

Dann die Art, wie das einzelne Individuum die Krankheit erwirbt. Sie kann nicht direkt von einer Generation auf die folgende durch das Plasma übertragen werden, etwa wie die *albomaculata*-Eigenschaft, und sie kann auch nicht ansteckend (infektiös) sein. Beides ist schon dadurch ausgeschlossen, daß die *Sordago* genau nach den Mendelschen Gesetzen vererbt wird. Es muß also für ihr Auftreten eine bestimmte Anlage, ein Gen, verantwortlich sein¹⁾.

Eine weitere Möglichkeit wäre, daß es sich nur um die Vererbung einer scharf ausgesprochenen Disposition zur Erwerbung der Krankheit handelte, und daß diese selbst jedesmal wieder neu, von jedem dazu disponierten

¹⁾ Dabei kann an dieser Stelle unentschieden bleiben, ob die *Sordago* durch die Anwesenheit oder durch das Fehlen einer Anlage bedingt ist.

Sämling, erworben werden müßte, durch eine Infektion mit einem Krankheitserreger. Eine solche Annahme ist aber außerordentlich unwahrscheinlich. Würde die Infektion von außen erfolgen, so müßte der Krankheitserreger bei uns überall im Boden vorhanden sein, obwohl es sich um den Befall einer in Zentralamerika beheimateten Pflanze handelt. Denn die Sordago trat in Leipzig und Münster i. W. auf jedem Boden auf, in den die Sämlinge gesetzt wurden. Auch wäre es sehr wunderbar, daß die Infektion stets, bei den hunderten von Nachkommen von *sordida*-Pflanzen, die ich aufgezogen habe, eingetreten wäre, und mit ganz geringen Schwankungen in dem Grade der Erkrankung. Eher ließe sich denken, daß es sich um einen Erreger handelte, der dem Samen regelmäßig mitgegeben würde, etwa so wie das *Bacterium foliicola* nach Mische bei *Ardisia crispata* oder das *Mycobacterium Rubiacearum* nach von Faber bei *Pavetta*. Dann müßte dieser Erreger aber stets, bei kranken und bei gesunden Pflanzen, vorhanden sein; denn nur dann wäre die Vererbung der Krankheit auch durch den Pollen bei der Befruchtung, ihre Latenz während der ersten Generation und ihr Wiederauftreten in der zweiten Generation möglich. Bei den verschiedensten Sippen müßte er dann bei Selbstbestäubung von Generation zu Generation weitergegeben werden, ohne je aktiv zu werden, um sich, sobald durch eine fremde Keimzelle die Disposition vererbt worden ist, bemerkbar zu machen und die Sordago hervorzurufen. Wahrscheinlich ist das alles gewiß nicht¹⁾; dazu kommt noch, daß sich ein solcher Erreger niemals finden ließ, weder an frischem noch an fixiertem Material, obwohl genau nach ihm gesucht wurde. Er müßte also submikroskopische Größe haben. Wir dürfen deshalb ruhig annehmen, daß die Krankheit als solche, nicht eine Disposition dazu durch eine Anlage vererbt wird.

Wer von vornherein den Begriff „Krankheit“ auf die Fälle beschränkt, bei denen man entweder äußere Einflüsse oder Infektionen als Ursache feststellen kann, und einen Fall von Varietätenbildung sieht, sobald für eine Krankheit echte Vererbung durch eine Anlage nachgewiesen ist, ohne Rücksicht auf die anderen Merkmale der Erkrankung, wird auch die Sordago nicht als Krankheit anerkennen. Eine solche Beschränkung des Begriffes schließt natürlich eine Diskussion von vornherein aus.

Pflanzenkrankheiten von so ausgesprochenem Charakter, wie die Sordago eine ist, nicht durch äußere Einflüsse hervorgerufen, nicht infektiöser Natur und auch nicht direkt übertragbar, sondern erblich im engeren Sinne des

¹⁾ Mir ist wenigstens kein Fall bekannt, wo ein derartiger Organismus regelmäßig von Generation zu Generation weitergegeben würde, ohne irgend eine Einwirkung zu zeigen, wie es bei den stets gesunden Sippen der Fall sein müßte, und ebensowenig ein Fall, bei dem der übertragene Organismus eine so weitgehende Schädigung des beherrschenden Organismus gerade in den vegetativen Teilen bedingen würde, wie sie die *sordida*-Pflanzen zeigen.

Wortes und den MENDEL'schen Gesetzen folgend, sind bis jetzt freilich wohl kaum bekannt. Eine *chlorina*-, *variegata*- oder *albomarginata*-Sippe ist so wenig wirklich „krank“, wie etwa eine *nana*-Sippe oder die mancherlei Monstrositäten, die „mendeln“. Zurzeit müssen wir uns zum Menschen wenden¹⁾, wenn wir etwas Ähnliches finden wollen (Stoffwechselkrankheiten, etwa Polyurie oder Diabetes, manche Nervenkrankheiten usw.); ich glaube aber, daß sich auch im Pflanzenreich noch mancher ähnliche Fall wird finden lassen.

Schließlich hat die Sordago-Krankheit noch ein theoretisches Interesse dadurch, daß ihre Vererbungsweise in besonders drastischer Weise den Wert einer Hypothese zeigt, die in der modernen Vererbungslehre eine große Rolle spielt, der sogenannten Presence- und Absence-Theorie²⁾. Es bleibt sich dabei völlig gleich, ob die Krankheit als solche vererbt wird, oder nur die Disposition für sie (was, wie wir sahen, sehr unwahrscheinlich ist).

Nach der genannten Hypothese ist von den zwei Eigenschaften, die ein mendelndes Merkmalspaar bilden, die eine durch die Anwesenheit einer bestimmten Anlage, eines „Genes“, für das betreffende Merkmal bedingt, die andere durch das Fehlen dieser Anlage. Bei dem durch Mendel selbst klassisch gewordenen Paare: gelbe Kotyledonen — grüne Kotyledonen der Erbsen, wäre beim einen Elter die gelbe Farbe durch die Anwesenheit einer Anlage bedingt, die, kurz gesagt, aus Grün Gelb macht, die grüne Farbe beim andern Elter durch das Fehlen dieser Anlage, infolgedessen eben das Grün unverändert zum Vorschein kommt. Dann ist es auch ohne weiteres klar, daß der Bastard zwischen einer „grünen“ und „gelben“ Erbsensippe gelbe Kotyledonen hat: die von der einen Keimzelle übertragene, wirklich vorhandene Anlage für Gelb macht sich dem Grün gegenüber eben geltend. „Grün“ bekommt er von beiden Eltern, „Gelb“ noch dazu von dem einen. Das Merkmal, für das eine Anlage, ein Gen, vorhanden ist, muß (mehr oder weniger) dominieren resp. prävalieren; umgekehrt schließt dann die Presence- und Absence-Hypothese aus dem Dominieren oder Prävalieren des einen Merkmals eines Paares, daß für dieses Merkmal eine Anlage vorhanden ist.

Nichts ist natürlich leichter, als diese Anschauung auch auf den vorliegenden Fall anzuwenden und zu sagen, daß die Krankheit durch das Fehlen einer Anlage zustande komme, deren Anwesenheit den normalen Zustand der Blätter bedinge. Es ist damit ja nur der Sachverhalt anders ausgedrückt. Es fragt sich aber, ob die Annahme hier überhaupt — nicht bloß auf dem

¹⁾ Eine Zusammenstellung z. B. bei PLATE, Vererbungslehre, S. 304 u. f. (1913).

²⁾ Ich habe darauf schon in dem Referat für die Sitzungsberichte der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte hingewiesen.

Papier — möglich, oder doch nur etwas wahrscheinlich sei. Bei einiger Überlegung wird man das nicht zugeben können.

Stehen wir auf dem Boden der Deszendenzlehre — und diesen Standpunkt wird man im allgemeinen zugeben — so müssen wir doch annehmen, daß der phylogenetische Fortschritt darauf beruht, daß zu den vorhandenen Anlagen (Genen) neue hinzukommen, oder daß die vorhandenen Anlagen abgeändert werden. Halten wir uns an den ersten Fall, dem gegenüber der zweite für unsere Betrachtung nichts Neues bietet. Aus einer Sippe mit den Anlagen $n^1) + A + B + C + D$ entsteht eine neue, jüngere, phylogenetisch höher stehende dadurch, daß eine neue Anlage E dazu kommt, daraus eine noch höher stehende Sippe durch das Hinzutreten einer Anlage F usw. Aus Sippe I: $n + A + B + C + D$ wird Sippe II: $n + A + B + C + D + E$, daraus Sippe III: $n + A + B + C + D + E + F$ usw.

Wirkt nun eine der vorhandenen Anlagen nicht mehr, so sinkt damit die Sippe in dem fraglichen Punkte, auf den sich die Anlage bezieht, z. B. in der Blütenfarbe, auf eine frühere phylogenetische Stufe herab. Dafür bleibt es sich gleich, ob die Anlage nur inaktiv (latent) wird oder, wie es die Presence- und Absence-Hypothese annimmt, einfach ganz wegfällt. Aus der Anlagen-garnitur $n + A + B + C + D + E + F$ ist dann z. B. die Anlagengarnitur $n + A + B + C + D + E + f$ (Gen F inaktiv) oder $n + A + B + C + D + E$ (Gen F weggefallen) geworden. Das heißt nichts anderes, als daß die Sippe IV dann, in dem bestimmten Punkt, z. B. der Blütenfarbe, wieder so aussieht wie Sippe II, also so, wie sie früher einmal ausgesehen haben muß.

In manchen Fällen — z. B. bei dem schon genannten Merkmalspaar: grüne Kotyledonen — gelbe Kotyledonen der Erbsen — paßt nun die Presence- und Absence-Hypothese zu dem, was die Deszendenzlehre verlangt, ausgezeichnet. Denn Grün — dem die Anlage für Gelb fehlen soll — ist sicher phylogenetisch (und ontogenetisch noch heutzutage) die Vorstufe des Gelb.

Andere Fälle, und besonders auffallend die Sordago, stimmen dagegen gar nicht. Wendet man die Presence- und Absence-Hypothese hier an, so muß man daraus, daß der normale Zustand dominiert, schließen, daß der *sordida*-Zustand durch das Fehlen einer Anlage bedingt sei. Die Sordago müßte also, was den Bau des Blattes anbetrifft, einen phylogenetisch älteren Zustand darstellen, einen Zustand, den die *Mirabilis Jalapa* auf ihrem phylogenetischen Werdegang einmal durchlaufen hätte. Der gesunde Zustand verdeckte heutzutage diesen krankhaften. Nun ist die Sordago eine so ausgesprochen pathologische Erscheinung, daß die befallenen *sordidae*-Pflanzen eben noch existenzfähig sind. Niemand wird schon deshalb in ihnen phylogenetische Vorstufen der heutigen, normalen *Mirabilis Jalapa*-Sippen sehen

¹⁾ n bedeutet hier und im folgenden natürlich eine ungenannte, gleichbleibende Zahl Anlagen.

wollen, und damit ist eben gesagt, daß die Presence- und Absence-Theorie in unserem Falle völlig versagt.

Das tut sie überhaupt in all den Fällen, in denen das rezessive Merkmal so beschaffen ist, daß sein Träger nicht als phylogenetische Vorstufe der Sippe aufgefaßt werden kann, die das dominierende (oder prävalierende) Merkmal entfaltet zeigt¹⁾. Nur sind diese Fälle selten so einfach, eindeutig und schlagend, wie der, den uns die sordagokrassen *Mirabilis* liefern.

So viel ich sehe, lassen sich gegen diese Argumentation, für unseren speziellen Fall und überhaupt, nur zwei Einwendungen machen, die wenigstens diskutierbar sind. Einmal könnte man denken, daß die Reihenfolge, in der die neuen Anlagen zu den alten hinzukommen, beim Wegfallen oder Inaktivwerden von Einfluß wäre. Um bei dem oben verwendeten Schema zu bleiben, wäre es von Bedeutung, ob aus der Garnitur der Sippe III: $n + A + B + C + D + E + F$ F wegfiele oder C oder A ; im ersteren Falle entstünde die phylogenetische Vorstufe, im anderen etwas Abnormes. Man beachte aber, daß bei ein und derselben Sippe eine ganze Reihe von Anlagen für Blüten- und Laubfärbung, für den Wuchs usw. inaktiv werden oder wegfallen können, bald einzeln diese oder jene, bald zu mehreren oder vielen, ohne daß etwas Anomales entstünde, während doch eine Anlage die letztentstandene (F), eine die nächstältere (E) usw. sein muß. Daraus kann man schließen, daß die Reihenfolge des Entstehens der Anlagen keine Rolle beim Erfolg des Schwindens spielen kann.

Man könnte ferner annehmen, es handle sich bei der Sordago nicht um eine einzelne Anlage, sondern um einen Komplex seinerzeit zusammen aufgetretener, verkoppelter Anlagen, von denen eine, aus ihrem Verbandsverbande herausgelöst, eben durch ihr Fehlen den Sordago-Zustand bedinge, der von den übrigen Anlagen, ohne diese eine, hervorgerufen würde, während zur Hervorbringung des normalen Zustandes des Blattes alle Anlagen im Verband vorhanden sein müßten. Die phylogenetische Vorstufe würde nur dann wieder zum Vorschein kommen, wenn alle Anlagen auf einmal wegfallen oder inaktiv würden, wie sie auf einmal aufgetreten wären. Eine solche Annahme steht aber vollkommen in der Luft; ich kenne wenigstens keinen Fall, wo von verkoppelten Anlagen der Wegfall einer Anlage einen krankhaften Zustand hervorrufen würde.

Sordago und ähnliche Merkmale müssen durch besondere Anlagen hervorgerufen werden, die neu, als progressive Mutationen aufgetreten sind. Solche Sippen, die ihrer Beschaffenheit nach einen blind endigenden, kurzen Ast am Stammbaum bilden, von dem aus es nicht weiter geht, können den

¹⁾ Ich habe schon früher auf solche Fälle aufmerksam gemacht (einige Bastardierungsversuche mit anomalen Sippen usw. Jahrbücher f. wiss. Bot., Bd. 41, S. 458 u. f. (1905), G. A. 20, 430).

normalen gegenüber dominieren (z. B. die Calycanthemie bei *Campanula Medium*) oder rezessiv sein (eben die Sordago, manche Krankheiten des Menschen). Auf die einen paßt die Presence- und Absence-Hypothese, auf die andern nicht. Will man an der Deszendenzlehre festhalten, so gibt es also Fälle, die der Presence- und Absence-Hypothese direkt widersprechen; will man an der Presence- und Absence-Hypothese festhalten, so mag man die Deszendenzlehre ruhig ganz aufgeben. Im übrigen lassen sich auch andere experimentelle Ergebnisse gegen die genannte Hypothese anführen, worauf ich zurückzukommen vorhabe.

Berlin-Dahlem,

Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie
im November 1914.

Figuren-Erklärung.

Tafel 4.

Fig. 1 und 2. Sordagokranke Blätter von *Mirabilis Jalapa*, Naturgröße. Photogr. Dr. Lenz.

Fig. 3. Querschnitt durch ein sordagokrankes Blatt, *O* = Ober-, *U* = Unterseite. Bei *S* die zusammengefallenen Palisaden. Zeiß Syst. D, Ok. 4. Photogr. Dr. Windel.

Fig. 4. Ähnlicher Querschnitt, *O* = Ober-, *U* = Unterseite. Von *x* bis *x'* hat Wuchergewebe aus der Sammelzellschicht die abgestorbenen Palisaden (und die Epidermis) verdrängt. Darüber abgestorbene Palisaden zwischen normalen, an der Grenze bei *x* eine sehr stark angeschwollene Zelle, etwa ähnlich der in Fig. 3 *B* im Text abgebildeten. Zeiß Syst. D, Ok. 4. Photogr. Dr. Windel.

39. Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum.

Mit 1 Textabbildung.

Biologisches Centralblatt Bd. 36, Nr. 1, S. 12—24. 1916.

Durch eine Reihe glänzender Untersuchungen ist für getrenntgeschlechtige Tiere der Zusammenhang zwischen dem Chromosomenbestand der Kerne und dem Geschlecht nachgewiesen worden. Es kann jetzt keinem Zweifel mehr unterliegen, dass, mindestens bei sehr vielen Spezies der verschiedensten Verwandtschaftskreise, das eine Geschlecht — häufiger das männliche — „heterogametisch“ ist, d. h. zweierlei Keimzellen hervorbringt, die irgendwie im Chromosomenbestand verschieden sind, während das andere Geschlecht — häufiger das weibliche — „homogametisch“ ist, d. h. nur einerlei Keimzellen bildet, die im Chromosomenbestand der einen Keimzellsorte des heterogametischen Geschlechtes entsprechen. Kommt bei der Befruchtung Gleiches mit Gleichem zusammen, so entsteht das homogametische Geschlecht, kommt Ungleiches zusammen, das heterogametische. Der Sicherheit dieser zytologischen Daten entspricht die Sicherheit ihrer physiologischen Deutung leider noch nicht, doch brauchen wir uns hier nicht mit ihr zu befassen¹⁾.

Es ist BOVERI²⁾ und SCHLEIP³⁾ auch möglich gewesen, den Wechsel zwischen getrenntgeschlechtigen und zwittrigen Individuen aufzuklären, der bei dem Nematoden *Angiostoma (Rhabdonema) nigrovenosum* regelmäßig stattfindet, soweit die Kernverhältnisse in Frage kommen. Ich darf ihre Ergebnisse wohl kurz anführen. Die Weibchen und die Männchen der getrenntgeschlechtlichen Generation (die auf Schlamm lebt) haben eine verschiedene Chromosomenzahl; das Weibchen hat 12, das Männchen 11 Chromosomen. Es entstehen nun bei den Reifeteilungen nur einerlei Eier, alle mit der gleichen Chromosomenzahl (6), dagegen zweierlei Spermatozoen in

¹⁾ Die Literatur bei SCHLEIP, Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreich. *Ergebn. u. Fortschr. d. Zoologie*, Bd. III, Heft 3 (1912). Ferner SEILER, J., Das Verhalten der Geschlechtschromosomen bei Lepidopteren. *Archiv für Zellforschung*, Bd. XIII, Heft 2. Populärer bei GOLDSCHMIDT, in CORRENS und GOLDSCHMIDT, *Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes*. 1913.

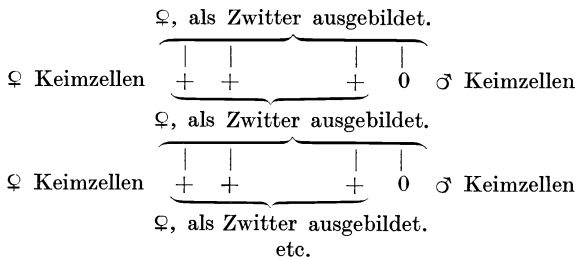
²⁾ BOVERI, TH., Über das Verhalten der Geschlechtschromosomen bei Hermaphroditismus. Beobachtungen an *Rhabditis nigrovenosa*. *Verhandl. der Phys.-Med. Gesellschaft zu Würzburg*, N. F. Bd. XLI S. 85 u. f. (1911).

³⁾ SCHLEIP, W., Über die Chromatinverhältnisse bei *Angiostomum (Rhabdonema) nigrovenosum*. *Ber. d. Naturf. Gesellsch., Freiburg i. Bg.* Bd. 19 (1911).

gleicher Anzahl. Die einen haben ein Chromosom weniger (also nur 5) als die anderen (mit 6). Führt beiderlei Spermatozoen die Befruchtung aus, so entstünden wieder Weibchen und Männchen. Die Spermatozoen mit der geringeren Chromosomenzahl, die dann bei der Bildung der Männchen beteiligt wären, sind aber offenbar funktionsunfähig. Es befruchten nur die Spermatozoen mit 6 Chromosomen, so daß nur Individuen entstehen, die die Chromosomenzahl der Weibchen (12) haben, auch den Weibchen ähnlich sehen, aber Zwitter sind. Bilden diese Zwitter (die in der Froschlunge leben) ihre Keimzellen, so erhalten die Eier in normaler Weise die halbe Chromosomenzahl (6); bei der Bildung der Spermatozoen wird aber bei der Hälfte 1 Chromosom ausgeschaltet, so dass wieder zweierlei Spermatozoen, solche mit 5 und solche mit 6 Chromosomen, entstehen, die beide befruchtungstüchtig sind und mit den einerlei Eiern teils Männchen (mit 11), teils Weibchen (mit 12 Chromosomen) geben.

Damit ist bei *Angiostoma* das Schicksal der Chromosomen aufgeklärt. Die physiologische Seite des Problems bleibt dabei freilich unberührt, die Fragen: Warum wird das eine Mal ein Individuum mit 12 Chromosomen zu einem Weibchen, das andere Mal zu einem Zwitter, und warum wird nach letzterem Falle bei der Spermatozoenbildung 1 Chromosom ausgeschaltet?

Nach dem Schema des *Angiostoma* lassen sich nun auch die Kernverhältnisse bei anderen Tieren erklären, die „habituelle“ Zwitter sind, bei denen also nicht getrenntgeschlechtige und zwittrige Generationen abwechseln, sondern lauter zwittrige aufeinander folgen. Man braucht bloß anzunehmen, daß ihre weiblichen Keimzellen homogametisch, ihre männlichen Keimzellen aber heterogametisch seien und dass jene Hälfte der männlichen Keimzellen, die mit den Eizellen Männchen geben würde, nicht zur Funktion käme, früher oder später ausgeschaltet würde, dass die andere Hälfte aber mit den Eizellen Weibchen gäbe, die als Zwitter ausgebildet würden:



Dies Verhalten findet sich nun in der Tat bei Gasteropoden, wie ZARNIK¹⁾ für Pteropoden (v or allem *Creseis*) und DEMOLL²⁾ für *Helix pomatia* nachweisen

¹⁾ ZARNIK, B., Über den Chromosomenzyklus bei Pteropoden. Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. Bd. 21 (1911).

²⁾ DEMOLL, R., Die Spermatogenese von *Helix pomatia* L. Zool. Jahrb., Suppl. 15, Vol. 2 (1912).

konnten. Es werden zweierlei Spermatozoen in gleicher Zahl gebildet, von denen (wenigstens bei den Pteropoden) die einen sicher funktionslos sind.

Fast gleichzeitig haben nun R. HERTWIG¹⁾ und DEMOLL²⁾ den Versuch gemacht, auch das Verhalten der gemischtgeschlechtigen (hermaphroditischen und einhäusigen) Blütenpflanzen nach dem *Angiostoma*-Schema zu erklären. R. HERTWIG sagt darüber³⁾:

„Nun sind wir inzwischen durch die schönen Untersuchungen von BOVERI und SCHLEIP über das Wesen des Hermaphroditismus bei Tieren unterrichtet. Ihnen zufolge wäre ein Hermaphrodit ein Weibchen, dessen Chromosomenbestand männlich modifiziert werden kann und zwar durch Rückbildung des zweiten x, vielleicht auch nur durch Abminderung seiner Potenz. Man könnte dann den verschiedenen Charakter des x dadurch ausdrücken, dass man es unterstreicht, da, wo es seine normale Potenz besitzt (x), es dagegen ein einfach druckt, wenn es einen labilen Charakter hat. Fasst man alle übrigen Chromosomen als A zusammen, so würden die Formeln lauten:

- 1. für ein diözisches Weibchen A + x A + x
- 2. für ein diözisches Männchen A + x A + 0
- 3. für die weibliche Blüte eines Monözisten . A + x A + x
- 4. für die männliche Blüte eines Monözisten A + x A + 0
- 5. für die gesamte monözische Pflanze . . . A + x A + x

Ferner müßte man nach Analogie der bei Aphiden und Nematoden beobachteten Verhältnisse annehmen, dass die männlichen Geschlechtszellen A + 0 monözischer Pflanzen zugrunde gehen.“

Ähnlich äußert sich DEMOLL⁴⁾.

Danach müsste also der Fruchtknoten der weiblichen Blüte eines einhäusigen Gewächses und der einer Zwitterblüte nur einerlei Samenanlagen mit Eizellen enthalten, die weiblichen Chromosomenbestand aufwiesen. Die Staubbeutel der männlichen Blüte des einhäusigen Gewächses und die der zwittrigen Blüte hätten aber zweierlei Pollenkörner, solche mit männlichem und solche mit weiblichem Chromosomenbestand; nur die letzteren dürften funktionieren.

Der Anlass, diese Übertragung der Verhältnisse bei *Angiostoma* etc. auf pflanzliches Gebiet vorzunehmen, war bei beiden Autoren der gleiche. Sie suchten das Ergebnis der von mir ausgeführten Bastardierungsversuche zwischen der einhäusigen *Bryonia alba* und der zweihäusigen *Bryonia dioica*⁵⁾

¹⁾ HERTWIG, R., Über den derzeitigen Stand des Sexualitätsproblems nebst eigenen Untersuchungen. Biolog. Centralbl. Bd. XXXII, S. 1 (1912).

²⁾ DEMOLL, R. Über Geschlechtsbestimmung im allgemeinen und über die Bestimmung der primären Sexualcharaktere im besonderen. Zoolog. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. u. Phys. Bd. 33, S. 41 (1912).

³⁾ l. c. S. 111. ⁴⁾ l. c. S. 55.

⁵⁾ CORRENS, C., Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen, S. 15 u. f. (1907).

mit den auf zoologischem Gebiet geltenden Erfahrungen und Gedankengängen in bessere Übereinstimmung zu bringen, als mein eigener Deutungsversuch es erlaubte.

Ich habe mich an anderer Stelle zu den Einwendungen, die man mir gemacht hat, geäußert¹⁾ und bei der Gelegenheit auch hervorgehoben, dass mir dem Übertragungsversuch R. HERTWIG's und DEMOLL's von vornherein unüberwindliche Schwierigkeiten theoretischer (phylogenetischer) Natur entgegenzustehen schienen. Trotzdem habe ich eine experimentelle Entscheidung versucht, über die hier berichtet werden soll. Denn einem Ergebnisse gegenüber, das für die Übertragung des *Angiostoma*-Schema spräche, hätten die widersprechenden theoretischen Überlegungen einer Revision unterzogen werden müssen.

Es handelte sich also darum, ob bei gemischtgeschlechtigen Pflanzen die Hälfte der Pollenkörner, die in einer Anthere gebildet werden (jene, die männliche Nachkommen geben würden), bei der Befruchtung ausgeschaltet ist, genauer gesagt, ob das für je 2 von den 4 Pollenkörnern gilt, die aus einer Pollenmutterzelle entstehen (und ihrer Bildung nach den 4 Spermatozoen entsprechen, die aus einer Spermatozyte I. Ordnung hervorgehen).

Wenn nun auch vielfach bei zwittrigen Pflanzen, die keine Bastarde sind, den normal aussehenden Pollenkörnern solche beigemischt sind, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung von vornherein als untauglich erkennen lassen, kann von einem regelmäßigen Degenerieren der Hälfte der Körner keine Rede sein. Dieselben untauglichen Körner finden sich außerdem auch bei dem Blütenstaub getrenntgeschlechtiger Pflanzen.

Gegen den mikroskopischen Befund lässt sich aber einwenden, dass sich die 50% untauglicher Körner überhaupt nicht am Aussehen von den zur Befruchtung tauglichen zu unterscheiden brauchen. Suchte man diesen Einwurf mit dem Hinweis auf die Tatsache zu entkräften, dass in vielen Fällen alle oder nahezu alle Pollenkörner einer Anthere in geeigneten künstlichen Nährlösungen oder gar schon in Wasser auskeimten und so ihre Tauglichkeit bewiesen, so brauchte auch diese Tatsache nicht als zwingend anerkannt zu werden. Denn aus der Fähigkeit der Körner, auszukeimen und selbst normale Schläuche zu bilden, folgt noch nicht, dass die Schläuche bis zu den Samenanlagen vordringen und die Befruchtung wirklich ausführen²⁾. Gibt

¹⁾ CORRENS und GOLDSCHMIDT, R., Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes, S. 47 u. f. (1913). Dort ist vor allem auch auf die Haltlosigkeit des Erklärungsversuches BATESON's hingewiesen, der immer noch wiederholt wird.

²⁾ Das wird durch die Beobachtungen bewiesen, die JOST (Über die Selbststerilität einiger Blüten, Botan. Zeitg. Bd. 65, I. Abt., S. 75 u. f.) bei seinen Bestäubungsversuchen an selbststerilen Pflanzen mit ihrem eigenen Pollen gemacht hat; es trat vielfach Schlauchbildung bis tief in den Griffel, aber keine Befruchtung ein.

doch auch BOVERI an, dass bei den zwittrigen *Angiostoma*-Individuen die beiderlei Spermatozoen äußerlich gleich sind und auch zusammen in die weiblichen Organe bei der Begattung eingeführt werden¹⁾. Die Untauglichkeit der „Fünferspermatozoen“ konnte nur daraus erschlossen werden, dass keine Nachkommen mit dem Chromosomenbestand 11 auftreten, die bei ihrer Mitwirkung vorhanden sein müssten.

Eine solche Beweisführung war für die Blütenpflanzen nach allem, was zurzeit über die Chromosomenverhältnisse ihrer Kerne bekannt ist, aussichtslos²⁾. Nur der direkte Nachweis, dass mehr als die Hälfte der Pollenkörner, die in einem Staubbeutel gebildet werden, die Befruchtung ausführen können, konnte eine sichere Entscheidung, und zwar gegen die Übertragung des *Angiostoma*-Schemas auf die Pflanzen, bringen.

Es liegt nahe, bei einer größeren Zahl Blüten, die kastriert und vor Insektenzutritt geschützt worden sind, die Narben mit je einem Pollenkorn zu belegen und zuzusehen, wieviel Blüten Frucht ansetzen. Sind es mehr als die Hälfte, so ist der Nachweis mit einer Sicherheit erbracht, die sich mehr oder weniger der Gewissheit nähert, in einem Maße, das sich aus der Gesamtzahl der bestäubten Blüten leicht nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung feststellen lässt.

Einen derartigen Versuch habe ich vor Jahren zu anderen Zwecken mit *Mirabilis Jalapa* und *M. longiflora* angestellt³⁾, die sich dazu besonders gut zu eignen schienen. Einmal sind die Pollenkörner besonders groß und deshalb leicht zu handhaben, dann enthalten die Fruchtknoten nur einen Samenanlage. Das Verhältnis der befruchteten Samenanlagen (a) zur Zahl der im Fruchtknoten überhaupt vorhandenen Samenanlagen (b) ist deshalb, wenn überhaupt Befruchtung eintritt, gleich 1. Damit fällt hier ein Faktor weg, der, wie wir noch sehen werden (S. 793), das Ergebnis sehr stark beeinflussen kann.

Die Versuche haben nun gelehrt, dass durchaus nicht jedes Pollenkorn, das auf die Narbe gebracht wird, die Befruchtung der einen Samenanlage im Fruchtknoten ausführen kann, auch wenn es völlig normal aussieht, dass vielmehr auf ein Korn, dem die Befruchtung gelingt, bei *Mirabilis Jalapa* etwa 4, bei *M. longiflora* etwa 3 Körner kommen, die es nicht so weit bringen.

¹⁾ l. c. S. 86.

²⁾ TISCHLER, G., Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. Progress. Rei Botan. Bd. V, S. 230 u. f. Dort ist die Literatur, darunter die Angaben NAWASCHIN's für die (zwittrige!) *Tradescantia virginica*, die noch der Deutung harren.

³⁾ CORRENS, C., Über den Einfluss, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörper auf die Nachkommenschaft hat. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XVIII, S. 422 (1900), G. A. 4, 42. Dort ist auch die ältere Literatur angeführt und gewürdigt.

Es hat sich aber dabei auch herausgestellt, dass nicht alle Samenanlagen befruchtet werden können, selbst wenn ein großer Überschuss an Pollenkörnern auf die Narbe gebracht wird; bei *Mirabilis Jalapa* kommt auf drei taugliche je eine untaugliche Samenanlage; bei *M. longiflora* sind etwa gleichviel tauglich und untauglich. (Wegen der Einzelheiten muss auf die genannte Mitteilung verwiesen werden.)

Diese Zahlen beweisen natürlich nichts in unserer Frage; sie zeigen aber jedenfalls, dass negativen Ergebnissen überhaupt keine Beweiskraft zukommt. Denn günstigstenfalls müssen neben dem *Angiostoma*-Mechanismus noch andere Ursachen wirksam gewesen sein, wenn statt der Hälfte mehr als drei Viertel der Pollenkörner keine Befruchtung ausführten, und diese Ursachen könnten auch für sich allein an dem Ergebnis schuld sein.

Es wäre nun möglich gewesen, nach einem anderen Objekt zu suchen, das bei gleicher Versuchsanstellung entscheidende, positive Ergebnisse gezeigt hätte. Man hätte auch die Narbe einer Art, deren Fruchtknoten mehrere bis zahlreiche Samenanlagen enthält, mit einer bestimmten, größeren Zahl von Pollenkörnern belegen und zusehen können, ob die Zahl der Samen größer ausfiele als die Hälfte der Zahl der verwendeten Pollenkörner, wobei die Sicherheit des Ergebnisses wieder mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu prüfen gewesen wäre. Ich zog statt dessen vor, einen etwas verschiedenen Weg einzuschlagen.

Wenn die Geschlechtsbestimmung bei gemischtgeschlechtigen Pflanzen nach dem *Angiostoma*-Schema erfolgt, so muss, wie schon bemerkt, die Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen die Entscheidung bringen, und von den vier Pollenkörnern, die aus einer Mutterzelle hervorgehen, müssen zwei zur Befruchtung tauglich und zwei untauglich sein.

Wir kennen nun eine ganze Anzahl Pflanzen, bei denen sich diese vier Pollenkörner nicht isolieren, sondern in „Tetraden“ verbunden bleiben. Für den Versuch suchen wir uns Arten aus, bei denen der Fruchtknoten mehrere Samenanlagen enthält, und belegen die Narbe zunächst mit je einer Tetrade. Entwickeln sich dann Früchte, die bis zu zwei Samen, aber nie mehr als zwei enthalten, so spricht das dafür, dass das *Angiostoma*-Schema gilt — ganz zwingend ist auch dieses Ergebnis nicht. Sobald sich aber, auch nur in einzelnen Fällen, mehr als zwei Samen, also drei oder gar vier entwickeln, beweist das, dass mehr als zwei Pollenkörner befruchtungstauglich sind, das *Angiostoma*-Schema also nicht gelten kann.

Der Vorteil, den die Verwendung von Tetraden statt ebensovieler isolierter Pollenkörner für die Versuche bietet, liegt auf der Hand. Gilt das *Angiostoma*-Schema, und verwendet man zu einer Bestäubung eine Tetrade,

so ist man sicher, zwei taugliche und zwei untaugliche Körner zu verwenden, während bei der Benützung von vier einzelnen Pollenkörnern der Zufall entscheidet, ob zwei taugliche und zwei untaugliche verwendet werden (Wahrscheinlichkeit nur $\frac{6}{16}$), oder drei taugliche und ein untaugliches (W. $\frac{4}{16}$), oder oder taugliches und drei untaugliche (W. $\frac{4}{16}$), oder lauter taugliche, oder lauter untaugliche (W. je $\frac{1}{16}$). Das gilt für den günstigsten Fall, dass die tauglichen Körner keine größeren Chancen haben, ausgesucht zu werden; durch eine (wenn auch unbewusste) Auswahl könnten die Chancen für die eine Art Körner noch wesentlich verschlechtert werden.

Den ersten Versuch stellte ich im Sommer 1914 mit *Epilobium hirsutum* an. An einer Anzahl Trieben einer großen, isoliert stehenden Pflanze wurden die Blütenknospen täglich, vor dem Aufblühen, kastriert, was leicht und vollkommen sicher geschehen konnte, und immer 2 Tage später mit je einer Pollentetrade aus frisch geöffneten Antheren, von anderen Trieben der Pflanze, bestäubt; die Tetrade wurde dabei ziemlich weit unten, nahe der Vereinigungsstelle der vier Narbenzipfel, aufgelegt. Die Narben einiger weniger Blüten wurden auch mit zwei Tetraden belegt. Zum Schutze gegen Insektenbesuch dienten Pergaminsäcke.

Das Ergebnis war, in mehr als 180 Fällen, gleich Null. Obschon die Fruchtknoten meist (nicht immer) merklich größer wurden als die von Kontrollblüten, die kastriert, aber nicht bestäubt worden waren, blieben sie doch bald stecken und enthielten nie auch nur einen tauglichen Samen. Hie und da waren einzelne Samenanlagen deutlich vergrößert, aber taub.

Die Ursache des Misserfolges habe ich nicht eingehender untersucht. Dass unter den 720 Pollenkörnern der 180 Tetraden kein taugliches Korn gewesen wäre, ist ganz ausgeschlossen. Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass zwar einzelne Samenanlagen befruchtet worden sind, dass ihre Zahl aber zu klein war, um den Reiz auszuüben, der den regelmäßigen Zufluss der Nährstoffe sichert, der zur Ausbildung des Fruchtknotens zur Frucht, und damit auch der Samenanlagen zu Samen, nötig sind. Jeder Fruchtknoten enthält gegen 300 Samenanlagen; in einem bestimmten Falle zählt ich 278. Der Quotient $\frac{\text{befruchtete Samenanlagen}}{\text{vorhandene Samenanlagen}}$ (S. 791)¹⁾, der günstigstenfalls $\frac{4}{278}$ ist, ist zu klein, um eine normale Fruchtbildung zu ermöglichen.

Eine andere Möglichkeit wäre, dass schon die Ernährung des einzelnen Pollenschlauches auf seinem Wege durch den Griffel und Fruchtknoten nur dann sichergestellt wäre, wenn eine größere Anzahl von Schläuchen einen Reiz ausgeübt hätten, der die Zuleitung oder die Bildung der dazu nötigen

¹⁾ Man könnte den Wert des Quotienten, bei dem eben Fruchtbildung mit einzelnen reifen Samen eintritt, das Reifungsminimum nennen und noch andere Werte besonders hervorheben, z. B. die Reifungsnormale, den Wert des Quotienten, bei dem normale Fruchtbildung mit der Zahl von Samen eintritt, die gewöhnlich reif werden kann.

Stoffe im Griffel veranlasste. Da einzelne deutlich vergrößerte und deshalb wohl sicher befruchtete Samenanlagen beobachtet wurden, ist diese Annahme sehr wenig wahrscheinlich.

Die Kastration verhindert an sich die Fruchtbildung nicht; nach reichlicher Bestäubung auch nur eines Narbenastes mit dem Pollen desselben Stockes erfolgte normaler Ansatz und normale Weiterentwicklung.

Im verflossenen Sommer habe ich dann auf die Solanacee *Salpiglossis variabilis* zurückgegriffen, die ebenfalls Tetradenpollen hat¹⁾ und mir schon ab 1901 ein paar Jahre lang als Versuchspflanze gedient hatte²⁾. Dabei stellte sich wieder derselbe Übelstand ein, der mir früher die Weiterführung der Versuche verdorben hatte: Bei der Kultur in Töpfen — mit Freilandpflanzen zu experimentieren ist so unbequem, dass die Sicherheit des Ergebnisses darunter leiden würde — gingen nach und nach fast alle Pflanzen ein, manche schon vor oder während der Bestäubungsversuche, manche bevor die Früchte reif waren. Es gelang aber doch, einige Pflanzen lang genug am Leben zu erhalten, und bei diesen konnte ich feststellen, dass von den vier Pollenkörnern einer Tetrade mehr als zwei befruchten können.

Die Pflanzen, einer dunkel-blauvioletten Sippe angehörig, standen in einem kleinen Gewächshaus isoliert. Während der Dauer der Versuche wurde (mit der gleich zu erwähnenden Ausnahme) jede Blüte in der Knospe kastriert;

¹⁾ FISCHER, H., Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner, S. 18 (1890).

²⁾ Sie meinte ich, als ich bei einer Kontroverse mit STRASBURGER schrieb (Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsentypus, Botan. Zeitg., Bd. 69, II. Abt., Sp. 81, 1902, G. A. 10, 313): „Einen anderen Weg habe ich bereits eingeschlagen . . . Es handelt sich um den experimentellen Nachweis der Eigenschaften aller vier Körner einer Pollentetrade durch den Bastardierungsversuch. Ergibt sich wiederholt, dass alle vier Körner derselben Tetrade die gleiche Anlage besitzen — entweder alle A oder alle a —, so muss die Entscheidung vor der ersten Teilung der Pollenmutterzelle gefallen sein und kann kaum durch eine Teilung zustande gekommen sein; STRASBURGER's (damalige!) Annahme wäre dadurch so gut wie bewiesen. Ergibt sich dagegen, dass jede Tetrade beiderlei Körner enthält — solche mit der Anlage A und solche mit der Anlage a —, so ist sicher, dass die Pollenmutterzelle direkt vor der Teilung noch beiderlei Anlagen besessen haben muss. Stellt sich nun weiter heraus, dass nie mehr als zwei Körner derselben Tetrade eine bestimmte Anlage enthalten, so muss die Spaltung durch eine Kernteilung, und zwar die erste der Pollenmutterzelle, ausgeführt worden sein. Findet man aber, dass auch drei Körner oder gelegentlich einmal alle vier, dieselbe Anlage besitzen können, so kann die „Spaltung“ entweder durch eine Unterdrückung, wie sie STRASBURGER annimmt, geschehen sein, aber auf einem späteren Stadium, oder durch eine Zellteilung auf einem späteren Stadium; bei der Teilung der Pollenzelle in die vegetative und die generative. Einen Weg, diese Frage zu entscheiden, sehe ich zurzeit nicht.“ Später hat STRASBURGER selbst diese Methode benützt, um bei *Helodea canadensis* die Heterogamietie des männlichen Geschlechts nachzuweisen (Über geschlechtsbestimmende Ursachen. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XLVIII, S. 441, 1910). Die Ergebnisse sind leider nicht veröffentlicht worden.

die Krone wurde auf der Unterseite aufgeschlitzt und durch den Spalt der Antheren sorgfältig entfernt. Nur einzelne Blüten wurden, ebenfalls schon als Knospen, in Gasesäckchen eingeschlossen und als Pollenlieferanten stehen gelassen; bei einem Teil der Versuche lieferten Pflanzen, die in einem anderen Gewächshaus isoliert worden waren, den Pollen. Hinsichtlich der Technik sei noch bemerkt, dass ein Streifen der Blumenkrone über das Endglied des Zeigefingers der linken Hand gezogen und mit Mittelfinger und Daumen festgehalten wurde. Darüber wurde eine offene Anthere leicht gestrichen, so dass die Pollentetraden einzeln und in kleinen Gruppen daran hängen blieben. Von dieser Unterlage stachen die gelben Tetraden sehr gut ab und ließen sich auch leicht und unversehrt wieder abheben. Sie waren mit bloßem Auge noch erkennbar, wurden aber doch mit einer scharfen Lupe (Leitz 16 \times) noch sorgfältig ausgesucht, ehe sie mit einer Nadelspitze abgehoben und auf die reichlich sezernierende Narbe, möglichst in die Mitte ihrer seichten Furche, übertragen wurden.

In den Tetraden sind die Körner fast immer in der gewöhnlichen Weise (nach den Ecken eines Tetraeders) angeordnet. Dass nicht alle tauglich sind, ging schon aus dem mikroskopischen Bild hervor; hie und da waren ganze Tetraden verkümmert. Eine Prüfung auf die Fähigkeit, zu keimen, war mir nicht möglich, da ich auf künstlichem Substrat keine normale Schlauchbildung erhalten konnte. — Der zweifächerige Fruchtknoten enthält 300—400 Samenanlagen. Ich fand bei Versuchspflanze B in den beiden Fächern 193 und 181 Samenanlagen, zusammen also 374, in einem Fach eines zweiten Fruchtknotens 175, bei D 204 und 202, zusammen 406, bei F 128 und 150, zusammen 278.

Die Versuche lehrten bald, dass auch hier die Bestäubung mit einer einzigen Tetrade, wenigstens für gewöhnlich, nicht genügt, um reife Samen zu erhalten (vergl. Tabelle I). Es durften aber auch Versuche verwendet werden, bei denen mehrere Tetraden auf dieselbe Narbe gebracht wurden. Wenn jede Tetrade nur zwei taugliche Pollenkörner enthält, dann durfte die Zahl der Samen in einer Frucht nie größer sein als die doppelte Zahl der verwendeten Tetraden, oder, anders ausgedrückt, die Zahl der Samen durfte nie die halbe Zahl der Pollenkörner übersteigen, die als Tetraden auf die Narbe gebracht worden waren. (Wurden z. B. 5 Tetraden verwendet, die aus 5×4 Pollenkörnern bestanden, so durften nicht mehr als 10 Samen erhalten werden.) Aus niedrigeren Samenzahlen war kein Schluss zu ziehen, weder in positivem noch in negativem Sinne. Wurde aber auch nur ein Same mehr erhalten, so war das ein Beweis dafür, dass wenigstens in einer Tetrade mehr als die Hälfte der Pollenkörner befruchtet hatten.

Es wurde mit 2, 3, 4, besonders häufig aber mit 5 und 10 Tetraden bestäubt. Nun erhielt ich positive Ergebnisse, die in Tab. I zusammengestellt

sind. Aufgenommen wurden nur Versuche, bei denen die Pflanzen bis zur Fruchtreife oder annähernd so weit, am Leben geblieben waren. Neben guten Samen wurden hie und da auch taube von normaler oder annähernd normaler Größe beobachtet; sie wurden mitgezählt, da sie sich ganz sicher erst nach einer Befruchtung weiter entwickelt hatten und dann stecken geblieben waren. Wenn sie weggelassen worden wären, wäre das Hauptresultat der Versuche das gleiche geblieben. Zwei Fälle, in denen Samenanlagen sich zwar auffällig vergrößert hatten, dann aber stecken geblieben waren, sind in der Tabelle mit kleineren Zahlen eingetragen. — Die Früchte blieben auch günstigstenfalls sehr klein; sie wurden etwa 4—5, statt 13—14 mm lang, bekamen aber doch eine feste Wand und konnten selbst an der Spitze etwas aufspringen.

Tabelle I.

Versuchspflanze	1	2	3	4	5	10	Zahl der zur Bestäubung verwendeten Tetraden
	2	4	6	8	10	20	Hälfte der verwendeten Pollenkörner
A	—	—	—	—	0, 5, 5, 9, 13	0, 17, 20	Zahl der Samen in den Kapseln
B	—	—	—	—	0, 0	0, 26	
C	0, 4	—	9	—	8, 13	17	
D	0	—	—	0	10	—	
E	0, 0, 0	—	0, 0	—	0, 10	—	
F	—	—	—	—	0, 9, 10, 16	0, 0, 6, 12, 22, 24, 24, 25, 25	
G	0, 0, 0, 0	0	—	—	—	—	
H	—	2	—	—	0, 0, 0, 2	—	
I	—	—	0	—	6	19	

Man sieht sofort, daß in einem freilich nicht sehr großen Teil der Fälle Früchte mit mehr Samen erhalten wurden, als der halben Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner entspricht. Damit ist bewiesen, dass von den 4 Körnern der Tetrade mehr als die Hälfte imstande sein kann, die Befruchtung auszuführen¹⁾. Wurden z. B. 10 Tetraden verwendet und

¹⁾ Auf diesem Wege ist also auch das Problem lösbar, das in Anmerkung 2 auf S. 792 berührt wurde. Man stellt den Bastard zwischen zwei Sippen her, die sich nur in einem Merkmal (durch ein Gen) unterscheiden, eine „Monohybride“, und belegt die Narben des rezessiven Elters mit je einer Tetrade des Bastardes und außerdem mit einigen Tetraden des rezessiven Elters. Dann dürfen höchstens zwei Nachkommen das dominierende (oder Bastard-)Merkmal zeigen, der Rest muss das rezessive aufweisen — wenn die Spaltung bei der Reduktionsteilung in der Pollenmutterzelle erfolgt.

26 Samen erhalten, so müssen ungünstigstenfalls bei 6 Tetraden 3 Körner und bei 4 Tetraden 2 Körner funktioniert haben; wahrscheinlich ist, dass bei manchen Tetraden nur ein Korn oder gar keines wirksam war und dafür bei anderen Tetraden alle 4. Dafür spricht das positive Ergebnis, das einmal (bei Pflanze C) mit einer Tetrade erhalten wurde, und das tun auch die 16 Samen, die einmal bei Pflanze F nach Bestäubung mit 5 Tetraden erhalten wurden; hier mussten mindestens bei 1 Tetrade alle 4 Körner befruchtet haben.

Es wird auffallen, dass öfters nach Bestäubung mit 5 oder 10 Tetraden entweder relativ viel Samen gebildet wurden oder der Fruchtknoten ganz stecken blieb. Schuld daran wird, zum Teil wenigstens, sein, dass ich, besonders anfangs, mit der Bestäubung der kastrierten Blüten zu lang gewartet habe. — Beachtenswert ist auch, dass die Wahrscheinlichkeit, überhaupt Samen zu erhalten, mit der Zahl der verwendeten Tetraden steigt: Von den 21 Bestäubungen mit 5 Tetraden versagten 8 ganz, von den 15 Bestäubungen mit 10 Tetraden nur 4. Ferner, dass die Zahl der Samen rascher steigt als die Zahl der Tetraden, mit denen die Narbe belegt wurde: Bei den 13 gelungenen Bestäubungen mit 5 Tetraden gaben nur 3 mehr als die doppelte Zahl (mehr als 10) Samen, bei den 11 gelungenen Bestäubungen mit 10 Tetraden gaben 6 mehr als die doppelte Zahl (mehr als 20) Samen. — Auch individuelle Verschiedenheiten der einzelnen Versuchspflanzen, die auch sonst, bis herab zur Skulptur der Pollenexine, Unterschiede zeigten, mögen mitspielen.

Durch unsere Versuche ist nun wohl einwandfrei bewiesen, dass das Verhalten tierischer Zwitter (so weit es zurzeit zytologisch geklärt ist) nicht auf das Verhalten gemischtgeschlechtiger höherer Pflanzen übertragbar ist. Dieses Ergebnis war von vornherein zu erwarten, sobald man die Phylogenie der Geschlechtsverhältnisse hier und dort berücksichtigt.

Bei *Angiostoma* (und den Mollusken) ist das Zwittertum offenbar sekundärer Natur, phylogenetisch jünger, aus der Getrenntgeschlechtigkeit entstanden¹⁾. Dafür lassen sich verschiedene Gründe anführen; auch das zytologische Verhalten spricht dafür. Wenn die Hälfte der männlichen Keimzellen von vornherein zur Funktionslosigkeit bestimmt wird, kann das unmöglich ein ursprüngliches Verhalten sein, trotz der „Verschwendung“, mit der Keimzellen gebildet werden; es muß abgeleiteter Natur sein. — Die Möglichkeit für das Zwitterigwerden ist ja stets darin gegeben, dass auch bei Geschlechtertrennung jedes Geschlecht die Anlagen des anderen enthält.

Bei den Blütenpflanzen ist dagegen umgekehrt die Getrenntgeschlechtigkeit sekundärer Natur, phylogenetisch jünger, aus der Zwitterig-

¹⁾ Das schließt nicht aus, dass vor dem älteren, getrenntgeschlechtigen Zustand ein noch älterer, hermaphroditischer lag, wie auch SCHLEIP (Geschlechtsbestimmende Ursachen, l. c. S. 173) als möglich annimmt.

keit entstanden. Es geht das ganz deutlich aus der phylogenetischen Stufenleiter hervor, die von einem gemischtgeschlechtigen Moose (z. B. *Funaria*) oder Farne bis zu einer getrenntgeschlechtigen Blütenpflanze führt. Ich erlaube mir, an dieser Stelle nochmals ein Schema (mit unwesentlichen Änderungen) zu bringen, in dem ich an anderer Stelle¹⁾ die Darstellung der Phylogenie der Geschlechtertrennung bei den „Kormophyten“ zusammengefasst habe.

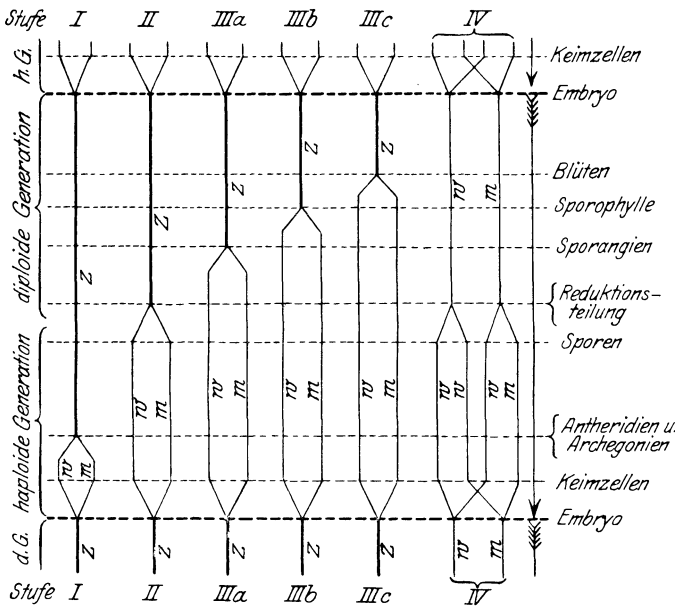


Fig. 1. Stufe I Gemischtgeschlechtige Moose, isospore Farn- gewächse. II Getrenntgeschlechtige Moose, Schachtelhalme. III a *Marsilia*, *Salvinia*. III b *Isoetes*, *Selaginella*, zwittrblütige Blütenpflanzen. III c Einhäusige Blütenpflanzen. IV Getrennt- geschlechtige Blütenpflanzen. z zwittriger, m männlicher, w weiblicher Abschnitt des Entwicklungszyklus, der in der Richtung des Pfeiles abläuft.

Auf jeder der aufeinanderfolgenden Stufen (I—IV) ist gegenüber der vorhergehenden der (im Schema dick ausgezogene) zwittrige Abschnitt (z) im Entwicklungsgang eingeschränkt, bis er bei der getrenntgeschlechtigen Blütenpflanze ganz geschwunden ist.

Für das einzelne sei auf die erwähnte Darstellung verwiesen. Nur so viel sei noch bemerkt, dass wir Anhaltspunkte haben, dass getrenntgeschlechtige Blütenpflanzen

ausnahmsweise wieder auf den zwittrigen Zustand zurückfallen können. Ein solcher Fall von Zwitterigkeit, der vielleicht durch die zwittrigen Stöcke des sonst zweihäusigen *Melandrium*²⁾ vertreten wird, wäre phylogenetisch mit den Zwittern von *Angiostoma* zu vergleichen.

Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie November 1915.

¹⁾ CORRENS, C., Geschlechtsverteilung und Geschlechtsbestimmung (bei Pflanzen). Handwörterb. d. Naturwissensch., IV. Bd., S. 975, G. A. 36, 703.

²⁾ SHULL, G. H., Reversible sex mutants in *Lychnis dioica*. Bot. Gaz. Vol. 52 (1911) und The inheritance of sex in *Lychnis* (ibid. Vol. 49, 1910).

40. Individuen und Individualstoffe¹⁾.

Die Naturwissenschaften 4, H. 14—16, S. 183—187, 193—198, 210—213. 1916.

Es gibt Probleme, die eine Zeitlang das Interesse der Gelehrten sehr stark fesseln und die, ohne restlos gelöst zu sein, wieder zurücktreten, aus der Mode kommen. Ein solches Problem ist das der Individualität in der organischen Natur. In der ersten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts und noch in die 60- und 70er Jahre hinein wurde es eifrig erörtert. Damals gab es kaum einen bedeutenden Naturforscher, der sich nicht einmal oder wiederholt dazu geäußert hätte²⁾. Einen gewissen Abschluß bildeten die Darlegungen NÄGELIS³⁾ auf botanischem Gebiete, und die davon sichtlich beeinflussten HÄCKELS⁴⁾ auf zoologischem. NÄGELI hat den Begriff der *relativen* Individualität mit verschiedenen Stufen: Zelle, Organ, Knospe, Pflanze (Baum) scharf durchgeführt, denen wir bei HÄCKEL in Plastide, Organ, Antimer, Metamer, Person und Cormus wieder begegnen.

Heutzutage kann man allbekannte Lehrbücher vergeblich auf eine Behandlung der Frage und eine Definition des Individuums durchsehen. Offenbar findet man es vielfach selbstverständlich, was als Individuum zu bezeichnen sei. Und wirklich wird man sagen dürfen, daß durch neue Tatsachen und die phylogenetische Betrachtungsweise viele Schwierigkeiten verschwunden sind, die für frühere Forscher in dem Probleme lagen; freilich nicht, ohne daß neue Schwierigkeiten aufgetaucht wären.

Wir müssen uns versagen, die alte Frage unter den neuen Gesichtspunkten zu besprechen, und uns damit begnügen, daß im Einzelfall selten Zweifel darüber herrschen kann, was als Individuum anzusprechen sei, so schwierig auch die Definition sein mag. Wir wollen uns vielmehr hier nur mit einer Teilfrage beschäftigen, die in der letzten Zeit vielfach aufgeworfen worden ist, *ob dem Individuum als solchem besondere Eigenschaften zukommen können.*

¹⁾ In gekürzter Form vor der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft vorgetragen am 22. Januar 1916.

²⁾ Eine sorgfältige Übersicht bei C. FISCH, Aufzählung und Kritik der verschiedenen Ansichten über das pflanzliche Individuum. Rostock 1880.

³⁾ C. NÄGELI, Systematische Übersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich, Freiburg i. B. 1853, und Die Individualität in der Natur, Zürich 1856.

⁴⁾ Z. B. E. HÄCKEL, Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen, Bd. I, S. 241—326, 1886.

Die außerordentlichen Fortschritte, die in den letzten Jahren die Biochemie in der Unterscheidung der Organismen gemacht hat, haben diese Frage vielfach bejahen lassen. Wir wollen die Berechtigung dazu an Hand der Fortschritte auf dem Gebiete der Vererbungslehre prüfen, die ebenso groß, aber nicht so populär geworden sind.

Ursprünglich war [bei CICERO]¹⁾ „Individuum“ nur die Übersetzung des griechischen Atomon, des „Unzerscheidbaren“, also des *philosophischen* Atoms. Wer das Wort zuerst auf Lebewesen übertragen hat, wahrscheinlich zunächst auf den Menschen, weiß ich nicht. An diesem Individuum im übertragenen Sinne hat sich erst der Begriff der *Individualität* entwickelt, jedenfalls das, was man im gewöhnlichen Leben Individualität nennt: Die Summe der Merkmale, die ein Individuum von allen anderen seinesgleichen unterscheidet. Es ist ja eine allbekannte Tatsache, daß keine zwei menschlichen Individuen einander völlig gleich sind, nicht einmal die Zwillinge, die aus demselben befruchteten Ei durch nachträgliche Teilung hervorgegangen sind. Aber auch keine zwei Hunde oder Katzen, keine zwei Obstbäume oder Rosenstöcke sind einander völlig gleich.

Das ursprüngliche „Individuum“, das philosophische Atom, und seine moderne Form, das chemische Atom, haben, in diesem Sinne wenigstens, keine Individualität. Das einzelne unterscheidet sich von seinesgleichen durch nichts, was in ihm selber liegt; wir können es nur durch seine Lage im Raum, z. B. durch seine Stellung in einem Molekül, von anderen unterscheiden.

Anders die Organismen. Holen wir etwas weiter aus und vergleichen zunächst einmal zwei Individuen, die sicher verschiedenen Sippen angehören, z. B. zwei Apfelbäume von verschiedenen Sorten oder zwei Hunde von verschiedenen Rassen. Die Merkmale, an denen wir sie unterscheiden können, beruhen — soviel ist ganz sicher — auf zwei verschiedenen Arten von Ursachen, auf *inneren* und auf *äußeren*.

Soweit die Unterschiede auf *innere Ursachen* zurückzuführen sind, sind sie sicher etwas, das dem einzelnen Individuum als solchem *nicht* eigen ist. Wir wissen vielmehr, daß diese inneren Ursachen *vererbt* werden; das Individuum, das sie besitzt, hat sie von einem seiner Eltern oder von beiden übernommen und gibt sie durch seine Keimzellen, durch alle oder durch einen Teil, seinerseits weiter an die Nachkommen. Wir müssen uns die inneren Ursachen an materielle Teilchen, an (Erb-) *Anlagen*, an „*Gene*“ (JOHANNSEN) gebunden denken.

Soweit die Unterschiede aber auf der Wirkung *äußerer Ursachen* beruhen, sind sie etwas, das nur dem Einzelindividuum gehört, etwas, das nur so lange besteht, als das Individuum selbst besteht. Solche Unterschiede werden,

¹⁾ FISCH, l. c. S. 5.

jedenfalls im allgemeinen, *nicht vererbt*. Die äußeren Einflüsse werden von Wärme, Licht, Sauerstoff, Ernährung, direkt oder korrelativ, ausgeübt; sie treffen jedes Individuum verschieden oder können es wenigstens verschieden treffen.

Innere Ursachen und äußere Einflüsse wirken stets zusammen, wenn die Merkmale der Individuen zustande kommen. Die inneren Ursachen, die Anlagen, können sich nur unter der Einwirkung von äußeren Einflüssen entfalten. Dabei verhalten sich die einzelnen Anlagen verschieden; die einen reagieren auf geringe Unterschiede der Außenwelt sehr deutlich, die anderen sehr schwach. Jeder bestimmten Einwirkung einer äußeren Ursache entspricht bei jeder Anlage eine bestimmte Entfaltungsform. Und jede Änderung der Merkmale, die wir durch eine Änderung der äußeren Entwicklungsbedingungen erzielen können, ist auch durch die inneren erblichen Anlagen bedingt, in ihrer Art und in ihrer Intensität. Bringen wir z. B. eine Glockenblume, die bei gewöhnlicher Temperatur *blau* blüht, in höhere Temperatur, so wird die Farbe bei den neugebildeten Blüten heller, zuletzt fast oder ganz *weiß*; sinkt die Temperatur, so tritt das alte Blau bei den folgenden Blüten nach und nach, schließlich wieder völlig hervor¹⁾.

Wenn man die Vorgeschichte zweier verglichenen Individuen nicht kennt, ist also nie auch nur annäherungsweise zu sagen, wieviel von ihren Unterschieden auf die Rechnung verschiedener innerer Anlagen und wieviel auf die Rechnung verschiedener äußerer Einflüsse, unter denen sie sich entwickelt haben können, zu setzen ist. Wir sind gewöhnt, größere Unterschiede für erblich, durch innere Anlagen bedingt, zu halten, und kleinere Unterschiede für nicht erblich, durch äußere Einflüsse veranlaßt. Das kann zutreffen oder falsch sein.

Nehmen wir z. B. an, wir hätten zwei Individuen des Gartenritterspornes oder des Löwenmauls, die sich in der Höhe des Wuchses unterscheiden, das eine werde 1 m hoch, das andere nur 30 cm. Daran *können* ausschließlich *äußere* Einflüsse schuld sein. Wir wissen, daß bei schlechter Ernährung, z. B. bei zu geringer Versorgung mit Wasser, Zwergwuchs zustande kommt, und daß wir durch reichliche Düngung Riesenwuchs erzeugen können. Der Größenunterschied *kann* aber ebensogut auf *inneren* Ursachen beruhen. Es können Exemplare einer gewöhnlichen und einer Zwergsorte vorliegen, die beide erblich fixiert sind. Sind *äußere Einflüsse* schuld, so fällt zwar die *Existenz* des Unterschiedes auf ihre Rechnung, seine *Größe* ist aber auch durch innere Anlagen bedingt; der Unterschied kann z. B. nicht über ein bestimmtes, erblich festgelegtes Maß hinausgehen. Liegt ein *erblicher Unterschied* vor, so sind neben ihm die äußeren Einflüsse doch auch noch wirksam; *sie* bestimmen,

¹⁾ G. KLEBS, Über Variationen der Blüten. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42 S. 162, 1906. Die Versuchspflanze war *Campanula Trachelium*.

welcher von den möglichen Größenwerten wirklich erreicht wird. Denn der erbliche Zwerg kann selbst wieder kleiner oder größer ausfallen, je nachdem er ernährt wird; ebenso die Pflanze, die erblich den normalen Wuchs überkommen hat.

Will man feststellen, was und wieviel auf inneren und auf äußeren Ursachen beruht, so bleibt nichts anderes übrig, als die äußeren Einflüsse während der ganzen Entwicklung der Individuen so gleichförmig als möglich zu gestalten; was dann noch an Verschiedenheiten übrig bleibt, wird auf Rechnung der inneren Anlagen zu setzen sein.

Dabei ist freilich nicht zu vergessen, daß wir die äußeren Umstände nie für mehrere Individuen und mehrere Teile eines Individuums wirklich völlig gleich gestalten können. Das ist nicht einmal für die einfachsten Vorgänge in der anorganischen Welt möglich. Den deutlichsten Beweis hierfür liefert die Kristallisation, bei der die einzelnen Kristallindividuen nie völlig gleich ausfallen, auch wenn die äußeren Bedingungen so gleichmäßig gestaltet werden, als das überhaupt möglich ist.

Ein Unterschied, der erblich, konstant, ist, weist seinen Besitzer in eine andere Sippe, eine andere „systematische Einheit“, wenn diese auch noch so niedrigen Rang besitzt; er gehört in einen anderen *Biotypus* (JOHANNSEN). Ein Unterschied, der nur auf der Wirkung der äußeren Einflüsse beruht, wird als etwas Zufälliges von der beschreibenden Systematik mit Recht vernachlässigt. Wir sprechen dann mit NÄGELI, der die beiden Arten von Unterschieden zwischen Individuen zuerst scharf getrennt hat, von einer *Modifikation*, mit JOHANNSEN von einem *Phänotypus* oder mit REINKE von einer *Oscillation*.

Versuche über die Erbllichkeit der Merkmale sind nun vielfach gemacht worden, und sie haben ergeben, daß viel mehr, als man früher zuzugeben geneigt war, durch Anlagen bedingt, konstant ist. *Arten* im Sinne LINNÉS, die man nur für sehr „variabel“ gehalten hatte, sind so in Schwärme von „Kleinarten“, „Elementararten“, zerlegt worden, die unter sich oft sehr wenig verschieden und doch ganz konstant sind. Ich brauche bloß auf das Frühlingshungerblümchen (*Erophila verna*) hinzuweisen, oder auf das wilde Stiefmütterchen (*Viola tricolor*), für die ALEXIS JORDAN¹⁾ das schon vor langen Jahren bewiesen hat. Es hat freilich für den beschreibenden Systematiker nicht viel Sinn, im einzelnen Fall alle die Sippen, z. B. die paar hundert *Erophila*-arten, zu beschreiben und zu benennen, denn ohne sehr eingehende Studien kann man sie doch nach den Beschreibungen nicht „be-

¹⁾ Z. B. A. JORDAN, Diagnoses d'Espèces nouvelles ou méconnues, Paris, Savy 1864 (53 Species *Erophila*); Remarques sur le fait de l'existence en société à l'état sauvage des espèces végétales affines, Lyon 1875 (hier werden 200 verschiedene Arten von *Erophila* erwähnt). ROSEN, F., Systematische und biologische Beobachtungen über *Erophila verna*, Botan. Ztg. 1889, Nr. 35–38.

stimmen“. Um so wichtiger war diese Feststellung für die allgemeine Systematik.

Mit diesen Kleinarten sind wir aber noch nicht bei der untersten Grenze der erblichen Verschiedenheiten, noch nicht bei den niedrigsten systematischen Einheiten angelangt. Wie wir seit JOHANNSENS außerordentlich wichtigen Untersuchungen¹⁾ an der braunen Prinzeßbohne wissen, besteht eine solche Kleinart, z. B. die genannte Bohnensorte, ihrerseits wieder aus noch niedrigeren systematischen Einheiten, „*Linien*“²⁾, mit Unterschieden, die zwar erblich, aber so gering sind, daß die Wirkung der äußeren Einflüsse viel größer ist und so ihre Existenz völlig verdeckt.

Die Samen der braunen Prinzeßbohne schwanken, wenn man das Saatgut vom Samenhändler bezieht, in ihrem Gewicht etwa zwischen 250 mg und 850 mg, mit einem mittleren Gewicht von 500 mg. Sät man das Saatgut so, wie man es erhalten hat, aus, so schwankt in der *Gesamternte*, in der „*Population*“, das Gewicht der Samen ebenfalls zwischen 250 mg und 850 mg; das mittlere Gewicht ist wieder 500 mg. Untersucht man aber das Gewicht der Samen bei der Nachkommenschaft der *einzelnen* ausgesäten Bohnen — wir wollen sie A, B, C . . . nennen — *getrennt*, so findet man, daß die Schwankungen im Gewicht innerhalb der einzelnen Nachkommenschaften weniger groß sind, und daß, was wichtiger ist, das mittlere Gewicht für die einzelnen getrennten Ernten verschieden ausfällt. Es beträgt z. B. für die Nachkommer der Bohne A, die 800 mg schwer war, 457 mg, für die der Bohne B, die 500 mg wog, 400 mg, für die der Bohne C, die 300 mg wog, 371 mg. Die Nachkommenschaft besonders großer Bohnen gibt im allgemeinen einen größeren, die besonders kleiner Bohnen einen kleineren Mittelwert.

Sät man nun aus einer solchen getrennt geernteten Nachkommenschaft, z. B. von A, wieder große und kleine Bohnen einzeln aus und erntet und untersucht deren Nachkommen getrennt, so zeigt sich die eben beschriebene Erscheinung nicht wieder. Die großen und die kleinen Bohnen aus einer solchen *Einzelernte* wiederholen in ihren Gewichten die Schwankungen innerhalb der Ernte der Mutterpflanze und zeigen den *gleichen* Mittelwert, also nicht die großen einen größeren als die kleinen.

Das erklärt sich so: Das Ausgangsmaterial war ein Gemisch aus Samen von verschiedenen niedrigsten Einheiten, von *Linien*, die sich durch ein

¹⁾ W. JOHANNSEN, zuerst 1903: Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien, zuletzt in der 2. Auflage der Elemente der exakten Erblchkeitslehre, 1913.

²⁾ Eigentlich bedeutet „*Linie*“ nur den lückenlosen Zusammenhang der Individuen durch Generationen bei ausschließlicher Selbstbefruchtung. Man kann aber auch die Individuen mit dem gleichen, konstanten „*Genotypus*“ (JOHANNSEN), d. h. mit völlig gleichen erblichen konstanten Anlagen unter diesem Namen zusammenfassen — weil sie auf diesem Wege nachgewiesen worden sind —, wenn man nicht lieber mit E. LEHMANN („*Art, reine Linie, isogene Einheit*“, Biol. Centralbl. Bd. XXXIV, S. 285, 1914) *isogene Einheit* sagen will.

etwas verschiedenes mittleres Gewicht der Samen unterscheiden. Niemand kann ohne den Aussaatsversuch sagen, zu welchen Linien die einzelnen Bohnen des Ausgangsmaterials gehören, weil der Einfluß der Außenwelt Schwankungen in dem Gewicht veranlaßt, die vielmals größer sind als die erblichen Unterschiede. Eine Bohne von mittlerem Gewicht kann ein besonders leichter Same aus einer schweren Linie oder ein besonders schwerer Same aus einer leichten Linie, oder endlich ein typischer Same aus einer mittelschweren Linie sein. Auskunft darüber gibt erst das Durchschnittsgewicht ihrer Nachkommen. Der erste Erfolg beruht auf der Isolierung der Linien, innerhalb derer dann kein weiterer Erfolg möglich ist.

Mit diesen Linien kann die beschreibende Systematik gar nichts mehr anfangen, noch viel weniger als mit den Elementararten. Der Nachweis ihrer Existenz ist aber in verschiedener Hinsicht außerordentlich wichtig. Er hat die Wirkung der Selektion bei der Verbesserung unserer Kulturpflanzen, die sich nur bis zu einem gewissen Grade bringen läßt und dann wirkungslos bleibt, aufgeklärt und hat auch für unser Problem große Bedeutung.

Die Unterschiede zwischen den Individuen einer wirklich *reinen* Linie sind ausschließlich auf äußere Einflüsse zurückzuführen, zu denen natürlich auch die korrelativen Wirkungen der Organe und Zellen untereinander gerechnet werden müssen. Für ein Blatt ist z. B. das Verhalten der übrigen Blätter, des Stengels, der Wurzel ein äußerer Einfluß, der für den Unterschied von einem anderen Blatt viel wichtiger sein kann als z. B. die Unterschiede in der Beleuchtung. *Die Individuen einer reinen Linie sind alle ganz gleich und konstant erblich veranlagt* und (unter diesem Gesichtspunkt) voneinander nur noch so verschieden, wie die Kristalle einer chemischen Verbindung, die alle aus den gleichen Molekülen aufgebaut sind und doch etwas verschieden voneinander ausfallen, infolge der stets verschiedenen äußeren Wachstumsbedingungen.

Ein weiteres, für uns sehr wichtiges Tatsachenmaterial hat das Studium der Bastarde ans Licht gebracht.

Solche „Linien“, wie wir sie mit JOHANNSEN bei der braunen Prinzeßbohne fanden, können nämlich in *reinem* Zustande nur bei Organismen existieren, die sich durch *Selbstbefruchtung* fortpflanzen. Das tun die Buschbohnen, zu denen die braune Prinzeßbohne gehört, und dies Verhalten erlaubte überhaupt erst die Entdeckung der Linien. Sobald die Möglichkeit gegeben ist, daß die Befruchtung auch durch die Keimzellen eines anderen Individuums geschehen kann, werden die Linien nicht mehr ganz rein bleiben; die „Population“ kann dann außer aus Individuen, die reinen Linien angehören, auch noch aus Bastarden zwischen diesen Linien bestehen. Die Zahl

der Bastarde nimmt in dem Maße zu, als die Wahrscheinlichkeit für die Fremdbefruchtung steigt, und wenn endlich die Selbstbefruchtung ganz ausgeschlossen und Fremdbefruchtung obligatorisch ist, z. B. durch Geschlechtertrennung, lassen sich überhaupt keine reinen Linien verfolgen; alle die Individuen einer Population sind dann wenigstens *Linienbastarde*, wenn nicht auch noch höhere systematische Einheiten, andere Rassen und Arten, beigemischt sind.

An einem solchen Material hätte man die Existenz der Linien nicht entdecken können; trotzdem haben wir allen Grund, anzunehmen, daß sie hier ebenfalls existieren, auch wenn sie niemals als „reine“ Linien da waren. Tritt nämlich bei einem Individuum einer solchen Population eine neue vererbte Eigenschaft auf, so mischt sie sich infolge der Fremdbefruchtung sofort unter die anderen vererbten Eigenschaften. Sie geht dabei nicht, oder nur zufällig, wieder verloren, wird jedoch in den neuen Individuen mit anderen Eigenschaften kombiniert erscheinen, als bei dem Individuum, in dem sie entstand. Denn die verschiedenen erblichen Anlagen, durch deren Auftreten die einzelnen Linien zustande gekommen sind, verhalten sich wie andere Anlagen. Sie gehen, im allgemeinen wenigstens, bei der Bastardierung nicht verloren, sondern bleiben erhalten, gleichgültig, ob sie sich als Merkmale zeigen oder nicht. Sie gehen ohne Rücksicht darauf, von welchem Elter sie stammen, getrennt nach dem *Mendelschema* in die Keimzellen und werden, wenn sich die Keimzellen bei der Bildung der nächsten Generation vereinigen, neu kombiniert¹⁾. Für einen solchen „spaltenden“ Bastard zwischen zwei Eltern, die sich in 10 Merkmalen unterscheiden, läßt sich leicht berechnen, daß er über tausenderlei Keimzellen bilden kann, die bei Selbstbefruchtung oder Inzucht fast 6000 innerlich verschiedene Kombinationen zulassen, von denen mindestens 2000 auch äußerlich unterschieden werden können. Wir sehen daraus, daß bei Bastardierung und getrennter Vererbung relativ wenige Merkmale eine außerordentlich große Zahl verschiedener Kombinationen geben können.

So liegen die Verhältnisse auch beim *Menschen*. Die Eltern eines Kindes sind, selbst wenn sie miteinander verwandt sind, vererbungstechnisch ausgedrückt, stets schon außerordentlich komplizierte Linienbastarde. Nehmen wir an, daß jedes der *Großeltern* sich nur in 50 Merkmalen unterschieden hätte, so würde von den *Eltern* jedes infolge des Spaltens etwa 150 Billionen verschiedene Keimzellen bilden können. Infolgedessen werden keine zwei Keim-

¹⁾ Während vielfach für Bastarde zwischen „guten“ Arten, zum Teil sogar zwischen Arten, die sich ziemlich fernstehen, typisches Spalten nachgewiesen wurde, bilden Bastarde zwischen Elementararten (*Erophila* nach ROSEN, *Veronica* nach LEHMANN) zuweilen (scheinbare?) Ausnahmen. Über ihre Deutung vergl. E. LEHMANN, Über Bastardierungsuntersuchungen in der *Veronicagruppe agrestis* (Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. XIII, 1915).

zellen genau die gleichen Anlagen mitbekommen, und deswegen wird auch beim selben Elternpaar kein Kind genau wie das andere ausfallen, ganz abgesehen von den Verschiedenheiten, die durch die nie ganz gleichen äußeren Einflüsse hervorgerufen werden, und die wir immer noch dazu rechnen müssen. Am reinsten tritt die Wirkung dieser äußeren Einflüsse bei Zwillingen hervor, die aus einem Ei hervorgegangen und auch bei allergrößter Ähnlichkeit doch niemals ganz ununterscheidbar sind.

Die Reinheit hat mit dem Begriff der Linien nur insofern etwas zu tun, als sie ihre Entdeckung technisch ermöglicht hat. Das Charakteristische liegt vielmehr in den sehr geringen und doch erblichen Unterschieden der Linien untereinander, die neben den viel größeren, durch die Außenwelt bedingten Unterschieden fast verschwinden können. *Theoretisch* lassen sich aus einem noch so bunten, durch Kreuzung entstandenen Liniengemisch reine Linien isolieren; in der *Praxis* ist das schon bei relativ einfachen Gemischen meist nicht möglich, wegen der Dauer und des Umfangs der dazu nötigen Arbeit.

Wir können das bisher Gesagte dahin zusammenfassen, daß es drei Arten von Individualität gibt:

1. Die Individuen zeigen keine äußeren oder inneren Unterschiede; ihre Individualität besteht nur in ihrer selbständigen Existenz. So verhalten sich die Atome eines chemischen Elementes oder die Moleküle derselben chemischen Verbindung.
2. Die Individuen zeigen nur Unterschiede, die durch äußere, nicht durch erbliche Ursachen bedingt sind. Hierher gehören die Individuen einer *reinen Linie* im Sinne JOHANNSENS, dann die Individuen, die auf *ungeschlechtlichem Wege* von *einem* Individuum abstammen¹⁾, schließlich die Kristallindividuen einer kristallisierenden Substanz.
3. Die Unterschiede zwischen den Individuen beruhen auf inneren Ursachen, die erblich sind, und auf äußeren Einflüssen, letztere wie bei der vorhergehenden Klasse. Hierher gehören die Individuen beim Menschen und die Mehrzahl der Individuen bei allen Organismen, die sich geschlechtlich fortpflanzen und irgendwie dafür sorgen, daß die Selbstbefruchtung unterbleibt.

Könnte man die äußeren Einflüsse für alle Individuen völlig gleich gestalten, so fiel die zweite Art von Individualität mit der ersten zusammen, während in diesem Falle die Individualitäten der dritten Art sich um so deutlicher zeigen würden. Man kann sich deshalb fragen, ob man die Unterschiede, die nicht im Individuum selbst begründet sind, sondern durch äußere Ein-

¹⁾ Wir sehen von den seltenen Fällen, wo auf ungeschlechtlichem Wege etwas wirklich Neues entsteht, also der Anlagenkomplex geändert wird, ab.

flüsse hervorgerufen werden, überhaupt als für das Individuum charakteristisch ansehen will. Wenn man im gewöhnlichen Leben von „Individualität“ spricht, fällt das Schwergewicht — mehr oder weniger unbewußt — auf die inneren erblichen Unterschiede. Und das wohl mit gewissem Recht. Sie allein sind das, was sich beim Individuum während seiner ganzen Lebensdauer gleich bleibt, während die Merkmale, soweit sie von äußeren Einflüssen abhängen, mit jedem Wechsel dieser Einflüsse beim selben Individuum wechseln können. Stellt man sich auf diesen Standpunkt, so gibt es freilich Individuen, die keine Individualität besitzen; nicht nur die einzelnen Kristalle, die aus einer Lösung ausfallen, auch die einzelnen Exemplare einer reinen Linie hätten keine.

Nach einer Ansicht, die oft geäußert wurde und auch jetzt noch vertreten wird, gibt es in der Natur nur „Individuen“, keine „Arten“. SCHLEIDEN¹⁾ hat z. B. gesagt: „Der Artbegriff ist ein Hilfsmittel des denkenden Verstandes, unter welchem er die für eine längere Zeit in einer gewissen Menge von Merkmalen übereinstimmenden Individuen zusammenfaßt.“ Man wird jetzt, nach Entdeckung der Linien, sagen dürfen, daß es in der Natur nur *Linien* gibt, *reine*, die aus den Individuen mit völlig gleicher und konstanter erblicher Veranlagung bestehen, und *Linienbastarde*. Die Linie ist etwas wirklich gegebenes, so wenig ein Hilfsmittel des denkenden Verstandes, als eine chemische Verbindung, z. B. Wasser, ein solches Hilfsmittel ist, obschon auch sie aus Individuen, den Molekülen, besteht.

Gibt es nun außer den bisher besprochenen Eigenschaften, die unter der Einwirkung äußerer Einflüsse auf innere Anlagen entstehen, noch andere Eigenschaften; besitzen z. B. die Individuen chemische Stoffe, die nicht erbt sind und nicht vererbt werden? Das wären richtige *Individualstoffe*!

Von „Individualstoffen“ ist in der letzten Zeit wiederholt gesprochen worden²⁾. Die physiologische Chemie hat Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenarten aufgedeckt, die viel weiter gehen, als man früher angenommen hatte, wo man mehr das Gemeinsame sah. Obwohl z. B. das Blut der Wirbeltiere in seiner chemischen Zusammensetzung im allgemeinen übereinstimmt, haben wir jetzt doch allen Grund, anzunehmen, daß jede Tierspezies ihr eigenes Blutserum und ihr eigenes Hämoglobin besitzt, auch wenn sich der Unterschied nicht schon in der Kristallform verrät, wie beim Eichhörnchen und

¹⁾ SCHLEIDEN, Botanik als induktive Wissenschaft, Vorrede 1881. (Zitiert nach R. PILGER, Die Mutationstheorie, Verh. Bot. Ver. Brandenb. 1902, S. 139.)

²⁾ Die Literatur dafür ist später zitiert.

der Maus. Ebenso besitzt jede Milch, obwohl sie im allgemeinen einheitlich zusammengesetzt erscheint, außer quantitativen Unterschieden an den einzelnen Bestandteilen wahrscheinlich ihr besonderes Kasein. Kurz, es scheinen sich alle möglichen Zellen, Körperflüssigkeiten und Sekrete *von Art zu Art* durch spezifische Stoffe zu unterscheiden. Da liegt es nun nahe, noch einen Schritt weiter zu gehen und anzunehmen, daß auch jedes *Individuum* seine besonderen Stoffe besitzt.

Die Möglichkeit, daß solche Individualstoffe existieren, ist an und für sich nicht ganz ausgeschlossen, wenn man nur die Zahlen der dazu nötigen chemischen Verbindungen berücksichtigt, auch wenn *jedes* Individuum mindestens *einen* charakteristischen Stoff haben müßte. MIESCHER¹⁾ hat wohl zuerst darauf hingewiesen, daß ein Eiweiß- oder Hämoglobinmolekül bei seiner enormen Größe und seinen vielen asymmetrischen Kohlenstoffatomen eine kolossale Menge von Stereoisomerien (Verbindungen, die sich nur in der Lagerung der Atomgruppen unterscheiden) erlaubt. Bei 40 Kohlenstoffatomen im Molekül sind etwa 2^{40} , d. h. ungefähr eine Billion Stereoisomerien möglich. Diese Zahl ist an und für sich gewaltig, sie schrumpft aber doch zusammen, wenn man an die *nötigen* Ziffern denkt. Wie wir sehen werden, gehört z. B. der Roggen zu den Pflanzen, für die man Individualstoffe angenommen hat. Rechnet man die mit Roggen bebaute Fläche für Deutschland zu 6 Millionen Hektar, für Europa zu 41 Millionen, und nimmt an, daß auf dem Quadratmeter Acker 100 Roggenpflanzen stehen, so erhält man für jedes Jahr für Deutschland 6, für Europa 41 Billionen Roggenpflanzen. Soviel Isomerien *einer* Verbindung müßten zur Verfügung stehen, wenn jede Roggenpflanze ihren individuellen Stoff bekommen sollte.

Dazu kommt noch, daß, solange der Zufall die Verteilung besorgt, nur dann jede Pflanze eine andere isomere Verbindung bekommen kann, wenn die Zahl der zur Verfügung stehenden Verbindungen sehr viel größer ist als die Zahl der Pflanzen, die damit zu versorgen sind, wie eine kleine Rechnung leicht zeigt²⁾. Ist dies nicht der Fall, so wird sehr bald dieselbe Verbindung bei einem zweiten und dritten Individuum auftreten.

1) F. MIESCHER, Histochemische und physiologische Arbeiten Bd. I, S. 122, 1897. MIESCHER hat dabei an Stoffe gedacht, die die *Ursache* spezifischer Unterschiede, nicht die Folge der Existenz verschiedener Erbanlagen sind, also an das Idioplasma.

2) Es sei die Zahl der Individuen so groß wie die Zahl der möglichen Isomerien, nämlich = n , und der Zufall entscheide nicht nur, was für ein Isomer jedesmal entsteht, sondern auch, welches Individuum dieses Isomer in jedem einzelnen Falle erhält. Dann stehen für das zweite Individuum nicht mehr n Isomerien zur Verfügung, sondern nur $n - 1$ (eine hat ja schon das erste Individuum erhalten), für das dritte $n - 2$, für das vierte $n - 3$ usw., bis für das letzte Individuum nur noch ein Isomer übrig ist. Für das zweite Individuum sind die Chancen, ein anderes Isomer zu erhalten als das erste, $\frac{n \cdot (n - 1)}{n \cdot n}$, für das dritte $\frac{n \cdot (n - 1) \cdot (n - 2)}{n \cdot n \cdot n}$ usf., für das letzte $\frac{n!}{n^n}$. Dieser Wert $n!$ wird mit stei-

Solche Wiederholungen mögen vorkommen. Ich möchte überhaupt das Charakteristische der Individualstoffe nicht darin sehen, daß sie für jedes Individuum verschieden wären, sondern darin, daß sie ohne eine erbliche Anlage entstehen müßten.

Diese Seite der Frage erregt viel ernsthaftere Bedenken. Ein solcher nicht von einer vererbaren Anlage gebildeter Stoff müßte, sollte er wirklich für das Individuum charakteristisch sein, schon in der befruchteten Eizelle vorhanden sein. Seine Menge würde, da etwas von ihm in allen Zellen vorhanden sein müßte, natürlich während der Entwicklung des Individuums aus der Eizelle zunehmen müssen, und zwar gewaltig. NÄGELI¹⁾ hat einmal ausgerechnet, daß eine große Linde im blattlosen Zustand etwa 2000 Billionen Zellen enthält, die alle aus der einen befruchteten Eizelle hervorgegangen sind. Nehmen wir auch an, daß in der Eizelle relativ sehr viel mehr von der individuellen Substanz vorhanden war, so wäre doch ihre Vermehrung auf das Vielbillionenfache nötig. Wie sollte die nun vor sich gehen? Daß fortwährend immer wieder *zufällig* dieselbe Verbindung, z. B. dasselbe Isomer, neu entstände, ist ganz unwahrscheinlich. Entweder muß sich der betreffende Stoff direkt, als solcher selbst, in dem Maße vermehren können, als der Organismus an Masse zunimmt; der Stoff muß also *Wachstum* zeigen. Oder er wird von einer Substanz gebildet, die ihrerseits dieses Wachstum zeigt. Im ersten Falle würde der Stoff einen Bestandteil der lebenden Substanz selbst ausmachen. Dann würde er aber nicht in jedem Individuum neu entstehen können, sondern von Vater und Mutter herkommen; es könnte also kein auf das Individuum beschränkter Stoff sein. Im zweiten Falle, wenn der Stoff nicht lebende Substanz wäre, sondern nur von der lebenden Substanz gebildet würde, träte das erst recht zu. Es wäre kein Individual-, sondern ein Linienstoff, für den eine Anlage vorhanden wäre, die ererbt wäre und weiter vererbt würde.

Diese Überlegung über die mögliche Herkunft stofflicher Merkmale scheint mir so zwingend, daß man von vornherein die Existenz richtiger Individualstoffe leugnen wird. Aber prüfen wir die Tatsachen, die zu ihrer Annahme geführt haben; lassen diese keine andere Erklärung zu, so müssen wir unsere theoretischen Vorstellungen über das Zustandekommen von Eigenschaften überhaupt einer Revision unterziehen.

gendem n sehr rasch verschwindend klein gegenüber den Potenzen von n . Für $n = 2$ ist die Chance, daß *jedes* Individuum ein anderes Isomer bekommt, $\frac{1}{4}$, für $n = 3$ ist sie $\left(\frac{6}{27}\right)$ etwa $\frac{1}{5}$, für $n = 4$ $\left(\frac{24}{256}\right)$ etwa $\frac{1}{11}$, für $n = 5$ $\left(\frac{120}{3125}\right)$ etwa $\frac{1}{26}$, für $n = 6$ nur $\left(\frac{720}{48656}\right)$, etwa $\frac{1}{68}$ usw. Nur dadurch, daß die Zahl der möglichen Isomeren größer ist als die der zu versendenden Pflanzen, und zwar in einem Verhältnis, das sehr viel rascher zunimmt als die Zahl der Pflanzen, kann das ausgeglichen werden.

¹⁾ C. NÄGELI, Die Individualität in der Natur, S. 191.

Wir wollen von den verschiedenen Fällen, wo man von Individualstoffen gesprochen hat, zunächst einen ausscheiden, wo nach den eigenen Angaben des Autors darunter Linienstoffe zu verstehen sind. Nachdem FRANZ HAMBURGER¹⁾ die chemischen Verschiedenheiten zwischen Arten eingehend besprochen hat, sagt er, es unterliege keinem Zweifel, daß die Differenz in der Anwesenheit biochemischer Atomkomplexe auch für verschiedene Individuen einer Rasse anzunehmen sei (l. c. 28). Später äußerte er sich aber dahin, daß ein neugebildeter Organismus, der dem Zusammentritt zweier verschiedener Zellen derselben Spezies seine Entstehung verdankt, individuelle Eigenschaften besitzt, die einer Mischung der väterlichen und mütterlichen Individual-eigenschaften entsprechen (l. c. 64), oder daß „der neue Organismus, der aus beiden entstanden ist, eine feine biochemische Zusammensetzung hat, die einer Mischung von väterlichen und mütterlichen biochemischen Individualverschiedenheiten entspricht“ (l. c. 65). Die Annahme einer solchen Mischung der elterlichen Stoffe führt aber bald zu Ungeheuerlichkeiten, wenn man nicht ein Getrenntbleiben der Elternstoffe in den Kindern und ihre Trennung bei deren Keimzellbildung annimmt, kurz, das, was wir für die Erbanlagen nach den Beobachtungen an mendelnden Bastarden annehmen müssen. Die Individualstoffe HAMBURGERS sind also vererbte Linienstoffe, und nur ihre *Kombination* kann das für das Individuum Charakteristische sein.

ABDERHALDEN²⁾, der durch seine Untersuchungen so viel zur Kenntnis der *arteigenen* Stoffe beigetragen hat, spricht eigentlich nur von diesen und weist bloß bei den „artspezifischen“ riechenden Prinzipien auch auf die „individuellspezifischen“ hin. Auf diese Frage kommen wir später zurück.

Das „Individualplasma“ R. FICKS³⁾ fällt mit der Summe der Anlagen eines Individuums zusammen. FICK sagt: „Es steht nun aber, wie ich glaube, nichts im Wege, sondern wir sind im Gegenteil logisch gezwungen, noch einen Schritt weiter zu gehen, und nicht bloß für jede Art, sondern auch für jedes *Individuum* eine spezifische Plasmaart anzunehmen, in der alle Vorbedingungen für die ganze spezifische, individuelle Entwicklung und die Entstehung aller vererbten und erworbenen, vererbaren individuellen Eigenschaften gegeben sind. Ich schlage für diesen Begriff den wohl nicht mißzuverstehenden Namen ‚Individualplasma‘ vor.“ Auf das *Vererbtwerden* legt FICK besonderen Nachdruck. Er sagt auch, es müsse soviel Individualplasmaarten geben, als es verschiedene Individuen gibt. Damit ist aus dem Individualplasma das Linien-Idioplasma geworden, gegen das sich ja nichts einwenden läßt. Bei dieser Gelegenheit darf auf ein Mißverständnis FICKS hingewiesen werden.

¹⁾ FR. HAMBURGER, *Arteigenheit und Assimilation*. Leipzig und Wien, 1903.

²⁾ E. ABDERHALDEN, *Der Artenbegriff und die Artenkonstanz auf biologisch-chemischer Grundlage*. Naturw. Rundschau, XIX. Jahrg., S. 559, 1904.

³⁾ R. FICK, *Über die Vererbungssubstanz*. Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Anat. Abteil. 1907, S. 105.

Er hält die Schaffung des *Individualplasmas* für nötig, weil das Idioplasma NÄGELIS dem *Artplasma*, der Artzelle HERTWIGS, *entspreche*. In Wirklichkeit sind beide, Idioplasma und Individualplasma, identisch. NÄGELI¹⁾ sagt ausdrücklich: „Jede wahrnehmbare Eigenschaft ist als Anlage im Idioplasma vorhanden; es gibt daher ebensoviele Arten von Idioplasma, als es Kombinationen von Eigenschaften gibt. Jedes *Individuum* ist aus einem etwas anders gearteten Idioplasma hervorgegangen“ usw. „Bei der Fortpflanzung vererbt der *Organismus* die Gesamtheit seiner Eigenschaften als Idioplasma“ usw.

Von den Tatsachen, zu deren Erklärung man das Vorhandensein von Individualstoffen herangezogen hat, will ich die *Selbststerilität* voranstellen, weil ich hier nach eigenen experimentellen Untersuchungen urteilen kann.

Wir kennen eine Reihe von Einrichtungen, durch die im Pflanzen- und Tierreich sehr oft dafür gesorgt wird, daß sich nicht die Keimzellen desselben Individuums zur Bildung eines neuen vereinigen. Dazu gehört die Geschlechtertrennung, die im Tierreich eine so große Rolle spielt, ferner bei zwittrig gebliebenen Organismen die ungleichzeitige Reifung der männlichen und weiblichen Keimzellen (Dichogamie) und die Einrichtungen, die bei gleichzeitiger Reife der beiderlei Keimzellen irgendwie die Vereinigung verhindern, z. B. durch räumliche Trennung (Herkogamie), oder durch *Selbststerilität*. Bei dieser letzteren können, wenn sie typisch ausgebildet ist, die männlichen Keimzellen die weiblichen desselben Individuums entweder gar nicht oder nur sehr schwer befruchten. Als ein Beispiel aus dem Tierreich nenne ich die Seescheide (*Ciona intestinalis*)²⁾, und als Beispiele aus dem Pflanzenreich die Feuerlilien unserer Gärten (*Lilium bulbiferum*, *croceum*, *dahuricum*), die Passionsblume (*Passiflora coerulea*), den Roggen (*Secale cereale*), das Wiesenschaukraut (*Cardamine pratensis*). Bringt man hier den Blütenstaub auf die Narbe einer Blüte derselben Pflanze (oder — wie das bei den Lilien leicht der Fall ist — auf die Narbe der Blüte einer Pflanze, die auf ungeschlechtlichem Wege, als Ableger oder Steckling, mit dem Pollenlieferanten zusammenhängt), so bleibt die Befruchtung immer (oder, beim Roggen, fast immer) aus. Wie JOSR gezeigt hat, dringen die Pollenschläuche entweder gar nicht oder nicht tief genug in das Gewebe des Griffels ein; sie kommen nicht bis zu den Samenanlagen, die sie befruchten sollten.

Die Ursache ist in Stoffen zu suchen, die vom Narben- und Griffelgewebe gebildet werden und die richtige Keimung und weitere Entwicklung der

¹⁾ C. v. NÄGELI, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 23, 1884.

²⁾ Entdeckt von CASTLE, untersucht vor allem von T. H. MORGAN (z. B. Cross and Selffertilization in *Ciona intestinalis*. Archiv f. Entwicklungsmech. d. Organ. XXX. (Fest-) Band für Roux, II. Teil, 1910).

Schläuche verhindern, sobald die Pollenkörner von demselben Individuum stammen, während sie die Keimung und weitere Entwicklung der Schläuche bei Pollenkörnern von fremden Individuen *nicht* hindern. Es liegen also *Hemmungstoffe*¹⁾ vor, auf die nur die Pollenkörner desselben Individuums abgestimmt sind, während die Körner anderer Individuen unbeeinflusst bleiben.

Es ist auch leicht verständlich, daß diese Hemmung nicht in allen Fällen so absolut sicher zu funktionieren braucht, wie es z. B. bei den Feuerlilien der Fall ist, daß als einzelne Ausnahme doch einmal eine Befruchtung gelingen kann (beim Roggen), oder sogar häufiger und unter bestimmten äußeren Bedingungen regelmäßig gelingt. Das ist nach FRITZ MÜLLER²⁾ bei *Eschscholtzia californica* der Fall. Die Samen der in England selbst fruchtbar gefundenen Pflanzen gaben in Brasilien viel weniger fruchtbare Pflanzen. Ich selbst habe bei *Scrophularia Scopoli* beobachtet, daß derselbe Stock, der bei Selbstbestäubung im Sommer vollkommen versagte, im Herbst ziemlich gut ansetzte.

Es fragt sich nun, ob bei typisch ausgebildeter Selbststerilität jedes Individuum jedes andere (aus einem anderen Sexualakt entstandene) befruchten kann. JOST³⁾, dem wir die eingehendste Untersuchung über die Ursachen der Selbststerilität verdanken, war noch geneigt, das anzunehmen. Es hätte dann jedes Individuum seinen besonderen Hemmungsstoff, der ein richtiger Individualstoff wäre. Experimente lagen bis vor kurzem nur wenige vor. DARWIN⁴⁾ konnte 5 selbststerile Pflanzen der Garten-Reseda alle untereinander erfolgreich bestäuben. Dagegen beobachtete MORGAN⁵⁾ bei der Seescheide, daß durchaus nicht jede Kombination, bei der fremde Eier und Spermatozoen zusammengebracht wurden, gleich guten Erfolg (allgemeine Befruchtung) hatte, ja, daß in vielen Fällen überhaupt keine Befruchtung eintrat. Als Ursache für die Mißerfolge glaubte er die schädigende Wirkung von Blut und Körpersäften, die bei der gewählten Versuchsanstellung mit Eiern und Spermatozoen in Berührung kommen mußten, verantwortlich machen zu können, also Nebenumstände. FRITZ MÜLLER⁶⁾, der bei verschiedenen Arten der Malvaceengattung *Abutilon* Selbststerilität festgestellt hatte, fand schon vor langen Jahren bei seinen *Bastardierungen* zwischen diesen Arten, daß zwischen Eltern und Kindern, zwischen Geschwistern und selbst

1) C. CORRENS, Biol. Centralbl. Bd. 33, S. 399, 1913, G. A. 37, 736.

2) FR. MÜLLER, Über einige Befruchtungserscheinungen. Botan. Ztg. 1869, Bd. 27, S. 224 (Gesamm. Schriften Bd. 1, S. 349).

3) L. JOST, Über die Selbststerilität einiger Blüten. Botan. Ztg. 1907, S. 77.

4) CH. DARWIN, Die Wirkung der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Stuttgart 1877, S. 322.

5) T. H. MORGAN, Some further Experiments on Selffertilization in *Ciona*. Biolog. Bull. Vol. VIII, Nr. 6, May 1905, und Cross and Selffertilization in *Ciona intestinalis*. Archiv f. Entw.-Mech. d. Organ, XXX. (Fest-) Band, II. Teil, 1910.

6) FR. MÜLLER, Über einige Befruchtungserscheinungen. Botan. Ztg. 1869, Bd. 27, S. 224 (Gesamm. Schriften Bd. 1, S. 349).

Halbgeschwistern ziemlich häufig mehr oder weniger vollständige Unfruchtbarkeit vorkommt. Er nahm freilich keine Vererbung der Stoffe an, die Unfruchtbarkeit mit eigenem Pollen bedingen, sondern sah darin eine Wirkung der allzu nahen Verwandtschaft. Die Tatsache selbst, daß nicht jedes selbststerile Individuum mit dem Pollen jedes anderen, mit dem an sich eine geschlechtliche Vereinigung möglich ist, ansetzt, ist aber hier wohl zum erstenmal festgestellt. DE VRIES hat endlich in einer kurzen Notiz für das gewöhnliche Leinkraut (*Linaria vulgaris*)¹⁾ angegeben, daß der Erfolg bei Fremdbestäubung von der Pflanze abhängt, die man sich aussucht: „Die eine Hälfte der Gefährten kann befruchtend wirken, die andere aber nicht. Dies gilt von jeder einzelnen Pflanze, und man mag daraus ersehen, daß es zweierlei Arten von Löwenmaul gibt, die man allerdings von außen nicht unterscheiden kann, die aber doch verschieden sind. Bei jedem Typus sind die einzelnen Pflanzen unter sich unfruchtbar, vereinigt man jedoch zwei Pflanzen, die verschiedenen Typen angehören, dann gibt es eine normale und reichliche Ernte.“ Alle weiteren Angaben fehlen. Nach DE VRIES soll also bei den selbststerilen Pflanzen dasselbe Verhalten wie bei den heterostylen, z. B. der Schlüsselblume, vorliegen, nur daß die beiden Individuenklassen äußerlich ununterscheidbar sind. Wir kommen hierauf noch zurück.

Durch den Nachweis, daß zwei verschiedene Individuen denselben Hemmungsstoff bilden können, war es schon etwas unwahrscheinlich geworden, daß die Hemmungsstoffe richtige Individualstoffe seien. Es konnte aber immerhin an dem negativen Ausfall auch das zufällige Entstehen desselben Individualstoffes bei zwei verschiedenen Individuen schuld sein. Die Hauptfrage ist, wie wir schon sahen, ob die Hemmungsstoffe *vererbt* werden. Ist das der Fall, dann können keine richtigen Individualstoffe vorliegen. Für Versuche, die diese Frage entscheiden sollten, durften nicht, wie bisher, *beliebige* Individuen auf ihr gegenseitiges Verhalten geprüft werden, sondern es mußten unter sich *verwandte* verwendet werden, am einfachsten Eltern und Kinder, und Kinder desselben Elternpaares.

Ein günstiges Objekt war das Wiesenschaukraut (*Cardamine pratensis*)²⁾. Zwei Pflanzen — deren Unfruchtbarkeit mit eigenen Pollen vorsichtshalber nochmals festgestellt worden war —, wir wollen sie A und B nennen, wurden gegenseitig bestäubt, und 60 ihrer so entstandenen Nachkommen zunächst auf das Verhalten den Eltern A und B gegenüber geprüft³⁾. Dabei stellte

¹⁾ HUGO DE VRIES, *Gesellige Blumen*. Kosmos Bd. III, S. 276, 1906.

²⁾ C. CORRENS, *Selbststerilität und Individualstoffe*. Sep.-Abz. a. d. Festschr. d. med.-naturw. Gesellsch. z. 84. Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 1912, Münster i. W. Nochmals abgedruckt im *Biol. Centralbl.* Bd. 33, S. 389, 1913, G. A. 37, 727.

³⁾ Die Ergebnisse waren nicht immer so scharf, wie nach dem *vollkommenen* Versagen der Selbstbestäubung bei den Eltern und bei der *vollkommenen* Fruchtbarkeit ihrer gegenseitigen Verbindung erwartet worden war.

sich heraus, daß diese 60 Kinder 4 Klassen bildeten, deren jede etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtzahl, also etwa 15 Pflanzen, umfaßte.

Die Pflanzen der ersten Klasse setzten mit dem Blütenstaub *beider* Eltern an, sowohl mit dem von A, als dem von B, hatten also weder den Hemmungsstoff \mathfrak{A} noch den Hemmungsstoff \mathfrak{B} .

Die Pflanzen der zweiten Klasse setzten zwar mit dem Blütenstaub des Elters A an, aber nicht mit dem des Elters B. Sie hatten also nur den Hemmungsstoff \mathfrak{B} .

Die Pflanzen der dritten Klasse setzten umgekehrt mit dem Blütenstaub des Elters A nicht an, wohl aber mit dem des Elters B, sie hatten also nur den Hemmungsstoff \mathfrak{A} .

Die Pflanzen der vierten Klasse endlich setzten mit dem Blütenstaub von keinem ihrer beiden Eltern an, hatten also beide Hemmungsstoffe, sowohl \mathfrak{A} als \mathfrak{B} , ausgebildet.

Überlegt man sich dieses Ergebnis, so findet man, daß der Hemmungsstoff von A und der von B auf die Nachkommen vererbt wird, aber jeder nur auf die *Hälfte* der Nachkommen, daß ferner der Zufall entscheidet, welches Individuum einen bestimmten Hemmungsstoff bekommt und welches nicht, und daß es endlich für die Bildung des Hemmungsstoffes des einen Elters ganz gleichgültig ist, ob der des anderen Elters ebenfalls gebildet wird oder nicht. $\frac{1}{2}$ der Nachkommen erhält den einen, $\frac{1}{2}$ den anderen Hemmungsstoff; $\frac{1}{4}$ der Nachkommen bekommt beide, $\frac{1}{4}$ keinen von beiden und $\frac{2}{4}$ nur einen von beiden, das eine Viertel den einen, das andere den anderen. *Die Hemmungsstoffe werden also vererbt*, wahrscheinlich, wie das Zahlenverhältnis nahelegt, nach einem einfachen *Mendel*-Schema, und sind keine Individualstoffe²⁾.

Das Verhalten der Kinder untereinander ist noch nicht völlig geklärt. Von den mehr als dreieinhalbtausend möglichen Verbindungen, in die man die 60 Pflanzen unter sich bringen kann, konnte nur ein kleiner Teil ausgeführt werden. Die Kinder der Klasse 1, denen sowohl der Hemmungsstoff \mathfrak{A} als der Hemmungsstoff \mathfrak{B} fehlte, waren wieder selbststeril. Sie mußten also dennoch Hemmungsstoffe besitzen. Das brauchten aber keine ganz neu entstandenen zu sein. Viel wahrscheinlicher ist, daß latent gewesene (vielleicht „recessive“, nach MENDELS Terminologie) zum Vorschein gekommen sind. Auffallend ist aber, daß *verschiedene* neue Stoffe zum Vorschein kamen, denn die Pflanzen der Klasse 1 setzten vielfach miteinander an. Dagegen ist leicht verständlich, daß sie mit den Pflanzen der anderen 3 Klassen fast ausnahmslos

¹⁾ R. H. COMPTON (Preliminary Note on the Inheritance of Selfsterility in *Reseda odorata*; Proc. Cambr. Phil. Soc. Vol. XVII, S. 7, 1913) hat gezeigt, daß bei der Bastardierung selbststeriler und selbstfertiler Individuen der Gartenreseda die Selbststerilität als solche wahrscheinlich als ein einfaches mendelndes Merkmal vererbt wird. Das Zustandekommen der Selbststerilität hat er nicht untersucht.

gut ansetzten, es fehlten ihnen ja die Hemmungsstoffe der Eltern, die bei den Pflanzen der anderen 3 Klassen, einzeln oder beide zusammen, vorhanden sind.

Auch *Linaria vulgaris*, über die, wie wir sahen, DE VRIES ganz abweichende Angaben gemacht hatte, schließt sich nach meinen Beobachtungen an *Cardamine pratensis* an. 1913 hatte ich zwei Pflanzen, die von verschiedenen Stellen der weiteren Umgebung Münsters stammten, gegenseitig bestäubt. 1914 kamen die Sämlinge noch nicht zur Blüte, und 1915 waren die beiden Elternstöcke zugrunde gegangen, so daß ich nur das Verhalten von 13 Geschwistern gegeneinander prüfen konnte. Die Pflanzen waren in einem Gewächshausabteil mit Drahtgaze vor den Lüftungen isoliert. Es wurden womöglich jedesmal 3 Blüten bestäubt, hier und da mehr. Nach jeder Bestäubung wurde die Schere und Pinzette in absolutem Alkohol sterilisiert. Die nachstehende Tabelle bringt die Ergebnisse. Ein + deutet an, daß die betreffende Bestäubung gut gelang, ein —, daß kein Erfolg zu verzeichnen war, oder doch kein besserer als bei Selbstbestäubung, bei der im günstigsten Falle kleine Kapseln mit einigen wenigen Samen gebildet werden. Eine Kombination (? der Tabelle) ist aus Versehen nicht ausgeführt worden. Die Grenze zwischen schlechtem und gutem Ansatz war schärfer als beim Wiesen-schaumkraut, so daß ich eigentlich in keinem Fall in Zweifel war, ob das Ergebnis in die +- oder —-Kategorie zu rechnen sei.

Tabelle.

		Männliche Keimzellen von												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N
Weibliche Keimzellen von	A	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	B	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	C	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	D	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	E	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—
	F	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—
	G	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+
	H	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+
	I	+	+	+	+	+	?	—	—	—	+	+	—	—
	K	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—
	L	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—
	M	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+
	N	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—

Es sind also mindestens 4 Hemmungsstoffe nachweisbar. Der der Pflanze B kommt bei keinem ihrer Geschwister vor. Sie setzt deshalb mit allen anderen an. Die Pflanzen A, C, D haben einen zweiten Hemmungsstoff \mathfrak{A} gemeinsam, G, H, I, M einen dritten \mathfrak{G} und E, F, K, L, N den vierten Hemmungsstoff \mathfrak{C} und dazu noch den Hemmungsstoff \mathfrak{A} , während A, C, D ihrerseits neben \mathfrak{A} nicht auch noch \mathfrak{C} haben. Eine Folge davon ist, daß die wechsel-

seitige Bestäubung zwischen A, C, D einerseits und E, F, K, L, N andererseits ein verschiedenes Resultat gibt. A, C und D setzen mit den Pollen von E, F, K, L, N an, während E, F, K, L, N mit dem Pollen von A, C, D völlig versagen¹⁾. Sonst scheinen die Verhältnisse sogar einfacher zu liegen als bei dem Wiesenschaumkraut.

Eine weitere Tatsache, die zur Annahme von Individualstoffen einlädt und auch von ABDERHALDEN²⁾ in diesem Sinne verwendet wurde, sind die *Riechstoffe*. Der Hund besitzt ein außerordentlich feines Unterscheidungsvermögen für den Geruch der einzelnen Personen. Seine Nase ermöglicht es ihm, die Fährte eines bestimmten Menschen aus einer großen Zahl anderer Fährten herauszufinden und zu verfolgen, und er kann das nur, weil das verfolgte Individuum einen Geruch besitzt, durch den es sich von anderen in charakteristischer Weise unterscheidet.

Die Tatsache und ihre praktische Anwendung sind allbekannt; eingehende experimentelle Untersuchungen darüber habe ich jedoch nicht finden können. So weiß ich z. B. nicht, ob der Hund die Spuren der einzelnen Kinder desselben Elternpaares *immer* auseinander halten kann und mit derselben Leichtigkeit, wie die Spuren nicht blutsverwandter Personen, ob er auch die Spuren zweier eineiiger Zwillinge unterscheiden kann³⁾ usw. Orientierende Versuche ließen sich ohne besondere technische Schwierigkeiten ausführen, indem sich die Spur der Versuchsperson A irgendwie, z. B. mit Hilfe eines Brettes, das hingelegt und wieder weggenommen werden kann, unterbrechen ließe und durch die Spur der Vergleichsperson B fortgesetzt werden könnte. Bei dem Mangel derartiger Untersuchungen läßt sich nicht sagen, wie weit die Unterscheidung der Individuen durch den Geruch beim Hunde geht. Aber auch wenn sie schärfer wäre als die Unterscheidung durch das Auge, etwa nach dem Gesicht, glaube ich doch nicht zur Annahme von Individualstoffen gezwungen zu sein.

An und für sich halte ich für wahrscheinlicher, daß die einzelnen Individuen nicht verschiedene *einfache* Riechstoffe bilden, sondern daß sich jedesmal mehrere Riechstoffe zu einem resultierenden Geruch vereinigen. Diese Stoffe könnten, wie andere Eigenschaften, einzeln vererbt werden, sie träten

¹⁾ Bei aufmerksamer Betrachtung der Tabelle sieht man, daß Pflanze I aus der ♂-Klasse durch das Ergebnis einer Bestäubung I ♀ + N ♂ herausfällt. Darauf ist einstweilen keine Rücksicht genommen.

²⁾ I. c. Schon GUSTAV JÄGER (Über die Bedeutung d. Geschmack- und Geruchstoffe, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVII, 1876) hat übrigens angenommen, daß nicht bloß jede morphologische Art, sondern auch „jede Rasse, Varietät und in letzter Instanz sogar jedes Individuum“ einen spezifischen Ausdünstungsgeruch habe.

³⁾ Dabei ist der Anteil, den der eigene Geruch der Bekleidung haben wird, nicht zu vergessen.

bei verschiedenen Individuen in verschiedenen Kombinationen auf. Es verhielte sich dann der individuelle Geruch wie das *Gesicht* des Menschen, das auch nichts dem Individuum wirklich Eigenes ist, sondern sich aus zahlreichen Einzelzügen, Merkmalen der Stirn, der Augen, der Nase, des Mundes usw. zusammensetzt, die getrennt von Generation zu Generation vererbt und immer wieder bei jeder Befruchtung neu und verschieden kombiniert werden. So groß hierbei die Zahl der einzelnen Merkmale auch sein muß, so ist sie doch gegenüber der möglichen Zahl von Kombinationen, und damit gegenüber der Zahl der möglichen Gesichter, verschwindend gering. In ähnlicher Weise wie das Gesicht kann man sich auch den Geruch einer Person aus mehreren getrennt vererbten, von den Vorfahren herstammenden, einzelnen Riechstoffen zustande kommend denken. Der Nachweis wird sich aber nur sehr schwierig erbringen lassen und ist bei unseren jetzigen chemischen Kenntnissen vielleicht ganz unmöglich, weil sich der Gesamtgeruch noch viel schwerer als das Gesicht in seine einzelnen Bestandteile zerlegen ließe. Können wir selbst doch — und beim Hund wird es nicht anders sein — zwei verschiedene, gleichzeitig dargebotene Riechstoffe oft nicht getrennt wahrnehmen, sie vereinigen sich vielmehr zu einem neuen Geruch.

Wir wenden uns nun zu den *Transplantationsversuchen*, die besonderes Interesse verdienen, weil sie vielleicht den noch am besten begründeten Anlaß geben haben, „biochemische“ Differenzen zwischen den Geweben zweier verschiedener, wenn auch *artgleicher* Tiere anzunehmen¹⁾.

Bei der Verpflanzung von Gewebestücken lassen sich die abgelösten Teile beim *selben* Individuum wieder einheilen; man spricht dann von *Autotransplantation*. Oder sie werden, bei der *Homoiotransplantation*, auf ein anderes, *artgleiches* Individuum übertragen. Oder sie werden endlich, bei der *Heterotransplantation*, einem *artfremden* Individuum eingefügt.

Es ist längst bekannt, daß diese Heterotransplantation, je nach der näheren oder ferneren Verwandtschaft der verbundenen Arten, glückt oder nicht glückt; und wenn sie glückt, kann das nur für kurze oder für längere Zeit der Fall und mit größeren oder geringeren Störungen verbunden sein. Ebenso bekannt ist, daß Homoiotransplantation ein noch besseres Resultat gibt als gut gelungene Heterotransplantation.

Wir können hier die oft erörterte Frage²⁾ nur streifen, ob die Verwandtschaft, die sich im Gelingen der Transplantation äußert, mit der sexuellen

¹⁾ Die einschlägige Literatur bei A. OPPEL, Über die gestaltliche Anpassung der Blutgefäße, in ROUX, Vorträge und Aufsätze, Heft X, 1910, und bei G. SCHÖNE, Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation, Berlin 1912.

²⁾ Zuletzt von W. SCHULTZ, Parallele von Bastardierung und Transplantation und Rückschlüsse auf die Vererbung usw. Archiv f. Entwicklungsmech., XLI. Bd., 1. Heft, 1915.

Verwandtschaft identisch ist, wie sie sich in der größeren oder geringeren Leichtigkeit ausspricht, mit der die Befruchtung gelingt. Eine gewisse Parallelität ist sicher vorhanden; aber schon GÄRTNER¹⁾ wußte, daß im Pflanzenreich die Fähigkeit, sich vegetativ zu verbinden, viel weiter geht als die, Bastarde zu bilden. Die Annahme, daß beide Verwandtschaften, die der Transplantation und die der Befruchtung, in der „primären“ biochemischen Spezifität der *Plasmen* beruhen, liegt nahe, ist aber nicht notwendig. Im Gegenteil scheinen mir viel eher sekundär gebildete Stoffe, die aber von primären, erblichen Anlagen abhängen, die Ursache des Erfolges oder Mißerfolges zu sein. Es brauchen auch durchaus nicht die gleichen Stoffe bei Transplantation und bei Befruchtung wirksam zu sein; nötig ist nur, daß beiderlei Stoffe von Sippe zu Sippe verschieden sind, und daß der Unterschied innerhalb der zwei Stoffklassen um so größer ist, je ferner sich die zwei verschiedenen Sippen stehen. Eine völlige Parallelität braucht darum nicht zu bestehen, und die Abweichungen von ihr müssen deshalb auch nicht notwendig auf sekundäre Ursachen, auf Nebenumstände, zurückgeführt werden.

Uns interessieren hier vor allem die Angaben, nach denen *Autotransplantation* noch besser gelingen soll als *Homoiotransplantation*.

Zunächst ist daran zu erinnern, daß ein solcher Unterschied sicherlich nicht *immer* nachweisbar ist. Nach KORSCHOLT bleiben z. B. Regenwürmer, die aus zwei Stücken verschiedener Individuen derselben Art zusammengesetzt wurden, wohl ebensolange am Leben (bis zu 10 Jahren) als normale Tiere. BORN, BRAUS und HARRISON konnten bei Amphibien artfremde Stücke zu neuen, lebensfähigen Individuen vereinigen.

Dagegen haben BORST und ENDERLEN²⁾ gefunden, daß Stücke von Arterien bei Autotransplantation zu tadellosem Einheilen und völliger Brauchbarkeit zu bringen waren (während einer Versuchsdauer von über hundert Tagen); bei Homoiotransplantation wurde dagegen das fremde Stück langsam aufgelöst und durch körpereigenes Gewebe ersetzt.

Auch LEO LÖB hat gezeigt, daß nach Transplantation einer Geschwulst (Adenom) der Milchdrüse einer weißen Ratte auf andere Ratten die übertragenen Zellen bald abstarben, während nach der Verpflanzung der Geschwulst auf demselben Individuum die Zellen nicht nur am Leben blieben, sondern auch beträchtlich wuchsen. Versuche, die L. LÖB mit S. LEOPOLD bei Hunden mit derselben Art Geschwulst ausführte, gaben das gleiche Resultat. Ebenfalls von LEO LÖB stammt eine Angabe, nach der Stücke des Uterus, die in das subkutane Gewebe *desselben* Meerschweinchens transplantiert werden, an den Schnittstellen eine Decidua bilden können, während solche Uterusstücke

¹⁾ C. J. GÄRTNER, Bastarderzeugung, S. 629, 1849.

²⁾ BORST und ENDERLEN, Über Transplantation von Gefäßen und ganzen Organen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. 49, S. 54 u. f., 1909.

im subkutanen Gewebe *anderer* Meerschweinchen *gewöhnlich* nicht zur Decidua-bildung kamen. *Hautstücke* des Meerschweinchens auf andere Meerschweinchen übertragen wuchsen dagegen an und weiter und blieben lange Zeit, vielleicht dauernd, am Leben. Doch hält L. LÖB auch hier gewisse Unterschiede bei Auto- und Homoiotransplantation für möglich.

Sowohl BORST und ENDERLEN als LÖB sehen den Grund des Mißlingens in chemischen Differenzen in den Säften der verschiedenen Individuen, mag es sich um die *Ernährung* oder einen *Reiz* (ROUX, EHRlich u. a.) handeln.

Solchen Beobachtungen an Tieren haben wir aus dem Pflanzenreich nichts Entsprechendes entgegenzustellen. Bei Pfropfungen können hier auch artfremde Komponenten sehr gut dauernd verwachsen, und ein Unterschied im Verhalten, je nachdem das Reis wieder demselben Individuum eingefügt wurde, oder einem fremden derselben Art, ist mir nicht bekannt. Im Gegenteil, es wird angegeben, daß sich in manchen Fällen das aufgepfropfte Reis auf artfremder Unterlage *besser* entwickelt habe als bei Transplantation auf ein Individuum der gleichen Art, oder in natürlicher Verbindung mit dem Muttersproß (*Solanum Dulcamara* auf *Solanum Lycopersicum*, nach VÖCHTING). Es läuft das natürlich auf bessere Ernährungsbedingungen für das Pfropfreis heraus.

Es ist seit VÖCHTINGS Untersuchungen bekannt, welche Bedeutung bei Transplantation am selben Individuum die *Orientierung* des wieder eingesetzten Stückes besitzt. Ein abgelöster Rindenring z. B. heilt, am Zweig in der alten Stellung wieder eingefügt, ohne Schwierigkeit wieder ein; setzt man ihn aber so ein, daß sein früherer oberer Rand nach unten sieht, so gibt es schwere Störungen, ehe der Heilungsprozeß vollzogen ist. Solche Störungen, durch die Orientierung der verpflanzten Stücke bedingt, dürften, nach den Beobachtungen von G. SCHÖNE¹⁾, bei den obengenannten Ergebnissen keine Rolle gespielt haben. Es fragt sich nur, ob *wirkliche individuelle Verschiedenheiten* die Ursache des besseren oder schlechteren Gelingens waren, oder *erbliche* (Sippen-) Unterschiede.

Mir scheint das erstere noch nicht bewiesen zu sein. Nirgends ist z. B. bei BORST und ENDERLEN die Verwandtschaft zwischen dem Tier, das das transplantierte Gewebestück lieferte, und dem Tier, auf das es gebracht wurde, berücksichtigt. Bei ihren Versuchen gehörten die zu Homoiotransplantationen benutzten Tiere zum Teil sogar sicher verschiedenen *Rassen* an, z. B. wenn ein großer schwarzer Hund und ein braun gefleckter Jagdhund verwendet wurden. Die von L. LÖB ermittelte Tatsache, daß die Decidua-bildung bei Transplantationen auf andere Meerschweinchen zuweilen doch gelingt, ist vielleicht in dem Sinne zu deuten, daß die Versuchstiere dann blutsverwandt waren. In dieser Hinsicht ist auch eine Beobachtung von

¹⁾ G. SCHÖNE, l. c.

G. SCHÖNE¹⁾ von Interesse, der bei der Übertragung von Mäusetumoren ähnliche Ergebnisse erhielt wie L. LÖB, aber ausdrücklich angibt, daß Hautlappen auf beliebigen, nicht blutsverwandten Mäusen selten anheilen, daß er dagegen bei jungen, gleichgeschlechtigen Geschwistern günstige Resultate erzielte.

Auch hier wäre zuerst einmal systematisch zu untersuchen, wie die Transplantation zwischen den Eltern unter sich, zwischen den Eltern und Kindern und zwischen den Kindern desselben Elternpaares verläuft, verglichen mit der Transplantation auf Individuen, die derselben Rasse angehören, aber nicht direkt verwandt sind. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die Stoffe, von denen das Gelingen oder Mißlingen abhängt, genau so vererbt werden wie die Hemmungstoffe beim Wiesenschaumkraut, daß also z. B. bei einem Teil der Kinder das Gewebe der Mutter, bei einem anderen Teil das des Vaters besser einheilt. Dann hätten wir es also auch hier mit *Linienstoffen* und nicht mit Individualstoffen zu tun. Vielleicht liegen die Verhältnisse auch komplizierter, ähnlich wie bei den Riechstoffen, ohne im Grunde verschieden zu sein.

Für Vererbbarkeit spricht auch die Tatsache, daß bei ganz jungen Tieren (Embryonen und Larven) Homoiotransplantationen offenbar besser gelingen als bei erwachsenen. Das geht aus vielen Versuchen hervor, die BORN, MORGAN, SPEMANN, HARRISON, BRAUS und andere an solchen Objekten angestellt haben, und weist darauf hin, daß die Stoffe, die das Gelingen der Verwachsung ermöglichen oder hindern, beim jungen Tier noch ganz fehlen oder in relativ viel geringerer Menge vorhanden sind²⁾. Von Individualstoffen, die für das einzelne Individuum charakteristisch sein sollten, müßte man aber annehmen (und hat es auch angenommen), daß sie in allen Zellen und während des ganzen Entwicklungsganges des Individuums vorhanden seien. Das spätere Auftreten spricht also für die Bildung durch vererbte Anlagen.

Nur Versuche wie die LEO LÖBS, bei denen Milchdrüsengeschwülste transplantiert wurden, verlangen möglicherweise eine andere Erklärung. Es könnte sein, daß primär oder sekundär, durch den Tumor oder die Ursachen der Tumorenbildung, der gesamte Chemismus des erkrankten Individuums so verändert worden wäre, daß es, und nur es, nicht auch ein gesundes Individuum, dem transplantierten Geschwulststück die Möglichkeit zu weiterer Entwicklung geboten hätte, statt immun zu werden.

¹⁾ G. SCHÖNE, Vergleichende Untersuchungen über die Transplantation von Geschwülsten und von normalen Geweben (Beitr. z. Klin. Chirurgie Bd. 61, S. 1 u. f., 1908).

²⁾ Ähnlich wie sich nach BRAUS (Über das biochemische Verhalten von Amphibienlarven, Arch. f. Entw.-Mech., XXII. Bd., S. 564, 1906) mit dem Gewebe der erwachsenen Unke ein Präzipitin erzeugen läßt, das bei dem Versuch mit dem Gewebe der Unkenlarve vermißt wird.

Es ist bei physiologischen Untersuchungen, z. B. solchen über die richtende Wirkung der Schwerkraft und des Lichtes, schon lange aufgefallen, daß die Individualität der Versuchsobjekte eine große Rolle spielt, auch wenn der Reiz alle Objekte völlig gleich trifft. Man hat diese Fehlerquelle durch möglichst große Zahlen von Versuchsobjekten beim einzelnen Versuch oder durch mehrfache Wiederholung des Versuches auszuschalten versucht. In neuester Zeit hat TRÖNDLE¹⁾ die individuellen Unterschiede, und zwar bei der geotropischen Reaktionszeit, besonders studiert, speziell an der Koleoptile des Hafers und der Keimwurzel der Kresse, und hat auch die Kurven dafür in der für Variabilitätsuntersuchungen üblichen Weise ermittelt. Beim Hafer ist sie vollkommen symmetrisch, bei der Kresse deutlich schief. Da TRÖNDLE die äußeren Bedingungen vom Beginn der Keimung der Samen ab während der ganzen Versuchsdauer so gleichmäßig als möglich gemacht hatte, verlegt er die individuellen Unterschiede schon in die Samen. Schuld an diesen seien zufällige kleine Verschiedenheiten der äußeren Faktoren (z. B. der Ernährung) während des Reifens der Samen. Wir können ihm darin gewiß recht geben. Auch wenn wir bezweifeln, daß die äußeren Bedingungen während der Versuchsdauer wirklich so völlig gleich gemacht werden können, wie TRÖNDLE annimmt, können sie neben den schon im Korn liegenden Ursachen nur eine mäßige Rolle spielen. Daneben mögen aber auch noch *Linienunterschiede* in Betracht zu ziehen sein.

In anderen Fällen, z. B. bei den individuellen Schwankungen in der Schärfe, mit der eine Beobachtung angestellt wird, wie sie sich z. B. in dem von Person zu Person verschiedenen „persönlichen Fehler“ der Astronomen aussprechen, spielen neben äußeren Einflüssen (zu denen natürlich auch die Gewöhnung zu rechnen ist) erbliche Unterschiede die Hauptrolle.

Schließlich sei noch der sogenannten *Individualpotenz* gedacht. Es ist das eine aus Züchterkreisen stammende Bezeichnung für die Tatsache, daß ganz gleich aussehende Eltern doch eine sehr verschiedene Nachkommenschaft hervorbringen können. Von zwei gleich guten Rennpferdhengsten gibt mit derselben Stute der eine gute, der andere mehr oder weniger schlechte Renner.

Es hat natürlich nur dann einen Sinn, von einer Individualpotenz zu sprechen, wenn man darunter „eine eigentümliche Potenz in der Vererbung“ versteht, „welche dem Organismus an und für sich und ohne Beziehung auf die Eigenschaften zukommt“²⁾. Dafür, daß sie so wirklich existiert, haben wir keine rechten Anhaltspunkte. Was man dafür angesehen hat, ist wohl darauf

¹⁾ A. TRÖNDLE, Untersuchung über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. (Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Gesellschaft Bd. II, Abh. 1, 1915.)

²⁾ H. v. NATHUSIUS, Vorträge über Viehzucht und Rassenkenntnis, S. 140, 1872.

zurückzuführen, daß bei *verschiedener erblicher Konstitution* zwei Individuen doch *äußerlich völlig gleich* aussehen können. Dies ist im Grunde schon die Erklärung der Individualpotenz bei dem bekannten Tierzüchter H. VON NATHUSIUS¹).

Wenn wir bei einem mendelnden Bastard ein Individuum mit der rezessiven Eigenschaft (z. B. glattem Blattrand) mit zwei Individuen mit der dominierenden Eigenschaft (gesägtem Blattrand) verbinden, die äußerlich ununterscheidbar sind, von denen das eine „rein“ (homozygotisch), das andere „unrein“ (heterozygotisch) ist, erhalten wir eine verschiedene Nachkommenschaft, im ersten Fall lauter Individuen mit dem dominierenden Merkmal (gesägtem Blattrand), im zweiten zur Hälfte Individuen mit dem dominierenden und zur Hälfte Individuen mit dem rezessiven Merkmal (zur Hälfte mit gesägtem, zur Hälfte mit glattem Blattrand). Das ist das eine Paradigma für die Art und Wirkungsweise der „Individualpotenz“. Der verschiedene Ausfall der Nachkommenschaft kann aber auch darauf beruhen, daß, wie bei den Bohnen JOHANNSENS, zwei Individuen, die infolge ungleicher äußerer Einflüsse gleich aussehen, zu zwei erblich verschiedenen, konstanten Linien gehören können, indem die äußeren Einflüsse den Anlagen entgegenwirkten. Ja, es kann sogar, bei transgressiver Wirkung dieser äußeren Einflüsse, das Individuum, das wir wegen einer besseren Eigenschaft zur Fortpflanzung gewählt haben, wegen seiner schlechteren erblichen Anlage eine ungünstigere Nachkommenschaft geben als ein schlechter aussehendes, das in Wirklichkeit besser erblich veranlagt ist.

In allerneuester Zeit ist die Individualpotenz in einer Arbeit von O. KÖHLER²) über Seeigelbastarde wieder aufgetaucht, ohne daß mir in dem bisher Mitgeteilten der Beweis erbracht schien, es läge wirklich etwas ausschließlich dem Individuum Eigentümliches zugrunde.

Damit sind wir am Ende unserer Ausführungen angelangt.

Wir sahen, daß nach den Ergebnissen der modernen Vererbungslehre bei den höheren, sich nicht selbst befruchtenden Organismen für das Individuum eine bestimmte *Kombination* von Eigenschaften, z. B. von chemischen Stoffen, charakteristisch ist. Die Ausbildung jeder einzelnen Eigenschaft, also auch jedes Stoffes, beruht auf einer Anlage, die in den Keimzellen von Generation zu Generation weitergegeben wird. Die einzelnen Eigenschaften sind etwas *Spezifisches*, nicht etwas Individuelles. Die Kombination der Anlagen, und damit die der Eigenschaften und Stoffe, fällt aber immer wieder,

¹) l. c. 141.

²) O. KÖHLER, Über die Ursachen der Variabilität bei Gattungsbastarden von Echiniden (Zeitschr. f. indukt. Abstammungslehre Bd. XV, Heft 1/2, 1915).

bei jeder Befruchtung, verschieden aus, als Spiel des Zufalls, weil nicht *jede* Keimzelle auch *jede* Anlage mitbekommt. *Die Kombination entsteht jedesmal bei der Entstehung des Individuums und geht wieder mit ihm zugrunde: sie ist das Individuelle.*

Wenn in der Literatur von *Individualstoffen*, Stoffen, die auf das einzelne Individuum beschränkt sein sollen, die Rede ist, so fanden wir, daß dabei zum Teil von vornherein eine Verkennung der Eigenschaften des Individuums vorliegt.

Der einzige Fall, der bis jetzt einer experimentellen Prüfung unterzogen wurde, die Hemmungsstoffe der selbststerilen Pflanzen, zeigte dagegen deutlich, daß es sich nicht um Individualstoffe handelt, sondern um vererbare Stoffe, „*Linien*“stoffe, die schon bei den Eltern vorhanden waren und bei den Enkeln gesetzmäßig wiederkehren.

Solche Versuche stehen für die übrigen Fälle, Riechstoffe usw., noch aus. Ihr Ergebnis wird aber im Grunde kaum anders ausfallen, wenn es auch viel komplizierter sein mag. Dafür haben wir zum Teil schon bestimmte Anzeichen.

Die biologische Chemie hat in der letzten Zeit außerordentliche Fortschritte gemacht, die auch der experimentellen Vererbungslehre zugute gekommen sind und noch kommen werden. Umgekehrt sollte aber auch die Biochemie in ihrem eigenen Interesse die Ergebnisse der Vererbungslehre mehr verstehen und berücksichtigen. Sobald einmal das Wesen der Eigenschaften des Individuums und ihre Abhängigkeit von der Fortpflanzungsweise recht verstanden sein wird, werden die „Individualstoffe“ aus der Diskussion verschwunden sein.

Alle biologischen Wissenschaften müssen mehr als bisher darauf achten, wie das Material beschaffen ist, mit dem sie arbeiten. Ein gutes Beispiel dafür, wohin die Vernachlässigung dieser Forderung führt, liefern die statistischen Untersuchungen über Variabilität aus GALTONS und PEARSONS Schule, die, mit „Populationen“ statt mit reinen Linien arbeitend, an der Entdeckung JOHANNSENS vorbeigegangen ist und die Fortschritte der Bastardforschung seit der Wiederentdeckung MENDELS aufs heftigste, freilich erfolglos, bekämpft hat.

Nur beim Zusammenarbeiten der einzelnen Zweige biologischer Forschung wird ein wirklicher Fortschritt zu erzielen sein.

41. Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung bei Distelarten.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften Bd. 20,
S. 448—477. 1916.

Im nachstehenden soll über Versuche berichtet werden, die das Problem der Geschlechtsbestimmung bei den Blütenpflanzen betreffen und eine Fortsetzung meiner früheren Untersuchungen sind. Diesmal bilden verschiedene unserer einheimischen Distelarten die Objekte.

Zuerst soll das Verhalten unserer Ackerdistel (*Cirsium arvense*) besprochen werden, die nahezu, aber doch nicht völlig scharf getrenntgeschlechtig (zweihäusig) ist. Daran anschließend werden die Versuche beschrieben werden, diese Art mit anderen, gemischtgeschlechtigen Arten derselben Gattung zu bastardieren und auf diese Weise die Vorgänge bei ihrer Geschlechtsbestimmung aufzuklären, in der Weise, wie ich es zuerst bei der zweihäusigen Zaunrübe (*Bryonia dioica*)¹⁾ mit Hilfe der einhäusigen (*B. alba*) getan habe. Endlich soll über das Verhalten einiger anderer Distelarten berichtet werden, die gynodiözisch sind, bei denen also neben zwittrigen Individuen auch noch weibliche vorkommen.

Es ist von mehrfachem Interesse. Einmal, weil die genauer untersuchten Arten (*Cirsium oleraceum* und *C. palustre*) sich deutlich verschieden verhalten, in derselben Gattung also differente Typen vorkommen, wie man sie sonst in ganz verschiedenen Verwandtschaftskreisen findet. Dann, weil einer dieser Typen in seinem physiologischen Verhalten die phylogenetische Vorstufe der getrenntgeschlechtigen Ackerdistel darstellt und so Licht auf den Weg wirft, auf dem es zu der Art und Weise der Geschlechtsbestimmung gekommen ist, die wir hier wie sonst bei getrenntgeschlechtigen Arten der Blütenpflanzen finden, und die bei den Organismen überhaupt im wesentlichen die gleiche zu sein scheint.

Die Versuche laufen seit neun Jahren und werden fortgesetzt; ich glaubte aber, doch einmal über die bisherigen Ergebnisse berichten zu sollen.

¹⁾ Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. Berlin 1907.

I. Die Geschlechtsverhältnisse des *Cirsium arvense*.

Hinsichtlich des Geschlechtes dieser unserer gemeinen Ackerdistel herrscht merkwürdigerweise noch keine Übereinstimmung. Es ist nicht meine Absicht, eine erschöpfende Darstellung aller Ansichten zu geben; ein paar Angaben mögen genügen.

Darüber, daß es zweierlei Individuen gibt, herrscht schon lange Einigkeit; es fragt sich nur, welches Geschlecht sie haben.

Entdeckt hat den Dimorphismus der Stöcke CASSINI¹⁾; er erklärte *Cirsium arvense* für diözisch, durch Abort der Staubgefäße oder des Fruchtknotens, und beschrieb die beiden Geschlechter in einer für seine Zeit jedenfalls ganz vorzüglichen Weise. LESSING schloß sich ihm an²⁾, und seitdem wird *Cirsium arvense* von den Systematikern und Floristen wohl stets als zweihäusig angesprochen, so bei W. D. KOCH³⁾, NÄGELI⁴⁾ usw. bis herab zu ASCHERSON und GRAEBNER⁵⁾.

Auch LUND und ROSTRUP⁶⁾ bezeichnen in ihrer sorgfältigen Monographie unsere Art schlechtweg als diözisch; sie schildern die Blüten sehr genau, bilden auch einiges ab.

Anders die Blütenbiologen. Wenn H. MÜLLER⁷⁾ *Cirsium arvense* einfach als zwittrig beschrieben hat, so lag ihm offenbar nur die eine Individuenklasse, die von den Systematikern männlich genannt wird, vor. MAC LEOD⁸⁾ erklärte die Pflanze (der Dünen von Blankenberghe) für gynodiözisch, ebenso WARNSTORF⁹⁾. Auch KIRCHNER¹⁰⁾ spricht in seiner Flora von Stuttgart von Gynodiözie und von zwittrigen und weiblichen Köpfchen. M. VON UEXKÜLL-GYLLENBAND¹¹⁾ endlich zählt *C. arvense* gleichfalls unter

1) H. CASSINI, im Dictionnaire des Sciences naturelles T. 27, S. 185, hinter dem Artikel *Lophiolepis*, 1823. Merkwürdig berührt heutzutage, daß CASSINI die Pollenübertragung durch den *Wind* geschehen läßt, obwohl er seine Beobachtungen im Freien an sehr vielen Standorten angestellt hat.

2) CHR. FR. LESSING, Synopsis generum Compositarum S. 9, 1832.

3) W. D. KOCH, Synopsis, deutsche Ausgabe, S. 400, 1838.

4) C. NÄGELI, Die Cirsien der Schweiz. Neue Denkschr. d. Allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturwissensch. 1840. Dispositio specierum generis Cirsii usw. KOCHS Synopsis, Ed. II, Pars 3, S. 995.

5) P. ASCHERSON und P. GRAEBNER, Flora des Nordostdeutschen Flachlandes S. 749, 1898—99.

6) S. LUND og E. ROSTRUP, Marktidsele, *Cirsium arvense*. En Monografi. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvid. og mathem. Afd. X, 3, 1901. Ich muß mich im wesentlichen an das französische Resümee halten.

7) H. MÜLLER, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten S. 387, 1873.

8) MAC LEOD, Bot. Jaarboek Dodonaea V, zitiert nach KNUTH, Handbuch der Blütenbiologie Bd. II, 1. Teil, S. 638, 1898. (War mir nicht zugänglich.)

9) C. WARNSTORF, Blütenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora. Abhandl. des Botan. Ver. Brandenburg Bd. 38, S. 39, 1896.

10) O. KIRCHNER, Flora von Stuttgart S. 720, 1888.

11) M. VON UEXKÜLL-GYLLENBAND, Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Compositen. Bibl. Botan. Heft 52, S. 45 u. 46, 1901.

den gynodiözischen Arten auf, neben *C. palustre*. Nur KERNER¹⁾ macht eine Ausnahme. Er führt gleich die ganze Gattung *Cirsium* in seiner 12. blütenbiologischen Gruppe an, bei der die einen Stöcke scheinzwittrige Fruchtblüten, die andern scheinzwittrige Pollenblüten entwickeln, und wiederholt später diese Angabe²⁾, wenn er von den Bedingungen spricht, die es ermöglichen, daß aus einem Bastard eine Art wird. Das ist nun unbedingt wieder zuviel, denn bei *C. oleraceum*, *palustre*, *lanceolatum* usw. kommen sicher Zwitter vor, sogar selbstfertile und autogame.

Es stehen sich also zwei Ansichten gegenüber. Nach der einen ist *Cirsium arvense* diözisch, mit männlichen und weiblichen Stöcken, nach der andern gynodiözisch, mit zwittrigen und weiblichen Stöcken.

Nach meinen Beobachtungen³⁾ verhalten sich die zweierlei Pflanzen bei *Cirsium arvense* wie folgt:

Die einen sind rein weiblich. Die Köpfchen jedes Individuums und die Blüten im einzelnen Köpfchen stimmen unter sich überein. Ihr Geschlecht ist ohne weiteres an den kurzen, rudimentären Antheren zu erkennen, die übrigens, selbst wenn man nur verschiedene Stöcke desselben Standortes vergleicht, merkliche Verschiedenheiten zeigen können. Die andern sehen wie zwittrig aus, sind aber physiologisch vollkommen oder fast vollkommen männlich. Weitaus die Mehrzahl der Blüten haben zwar einen Fruchtknoten mit einer Samenanlage wie die weiblichen Blüten, setzen aber nicht an. Daneben kommen ganz einzeln, selten häufiger, Blüten vor, die ich morphologisch von diesen rein männlichen nicht unterscheiden konnte, die aber fertil sind und Früchtchen mit keimfähigem Samen geben. Wieviel davon vorhanden sind, variiert je nach dem Standort und ist im wesentlichen eine Sippeneigenschaft, wie wir noch sehen werden. Daneben werden wohl auch äußere Faktoren und Korrelationen eine Rolle spielen. Viel häufiger als diese fertilen Blüten, aber immer meist noch recht selten, sind solche, deren Fruchtknoten sich zwar vergrößert, aber früher oder später steckenbleibt und zu einem tauben Achänium, oft ganz von der Größe der fertilen, wird. Ob die Früchtchen taub oder tauglich sind, kann dann sehr oft nur durch Zerdrücken oder durch die Keimprobe festgestellt werden.

Cirsium arvense ist also subdiözisch, genauer gesagt gynözisch und andromonözisch, fast andrözisch, man könnte sagen: subandrö-

¹⁾ Pflanzenleben, Bd. II, I. Aufl., S. 298, 1891.

²⁾ A. a. O. S. 575.

³⁾ Die cytologische Untersuchung war von Hrn. Stud. rer. nat. WILHELM im botanischen Institut in Münster i. W. unter meiner Leitung in Angriff genommen, aber durch den Krieg unterbrochen worden. Sie kann hoffentlich später wieder aufgenommen werden; für sie soll auch die genauere morphologische Untersuchung vorbehalten bleiben.

zisch¹⁾. Der Kürze halber werde ich im folgenden, wenn es kein Mißverständnis veranlassen kann, einfach von weiblichen und männlichen Pflanzen sprechen.

Wenn man das Geschlecht grob morphologisch bestimmen wollte, so wäre die Ansicht der Blütenbiologen richtig, und hätten wir weibliche und zwittrige Individuen. Denn wir können zur Blütezeit wirklich keinen Unterschied zwischen den männlichen Stöcken des *Cirsium arvense* und den zwittrigen des *C. oleraceum* oder *C. palustre* einerseits und den weiblichen des *Cirsium arvense*, *oleraceum* und *palustre* andererseits entdecken. Diese Bezeichnung nach dem Aussehen wäre aber durchaus irreführend. Entscheidend kann nur das physiologische Verhalten sein, und nach diesem haben wir eben rein weibliche und fast rein männliche — man könnte sagen: praktisch männliche — Pflanzen. Die Ansicht der Systematiker und Floristen trifft also viel besser zu als die der Blütenbiologen. Ihr Irrtum ist aber leicht verständlich. Nachdenklich hätten sie nur die Vorkommensverhältnisse machen können. Man findet fast immer beiderlei Individuen des *Cirsium arvense* zusammen — ich kann das aus eigener Erfahrung behaupten —, während bei den Gynodiozisten die Weibchen seltener, oft viel seltener zu sein pflegen als die Zwitter.

Die Zahl der Blüten ist in den viel auffallenderen männlichen Köpfchen geringer als in den weiblichen. Nach den freilich wenigen Zählungen, die ich speziell dieser Frage wegen an Material verschiedener Herkunft angestellt habe, gab ein Männchen (Versuchspflanze A) 61, 64, 66, 69 und 84 Blüten im Köpfchen, im Mittel also 68,6, ein zweites 70, 72, 73, 78, 79, im Mittel 74,4, ein drittes 54 und 75, im Mittel 64,5; das erste Weibchen aber gab 85, 88, 100 Blüten, im Mittel 91, ein zweites Weibchen 70, 74, 75, im Mittel 73. Alle Zählungen zusammen ergaben:

	Minimum	Mittel	Maximum
Männchen	54	70,5	83
Weibchen	70	82	100

H. MÜLLER²⁾ gibt für die männlichen Köpfe „etwas über 100 Blüten“ an. LUND und ROSTRUP³⁾, die den Unterschied der Geschlechter in diesen Zahlen bereits bemerkt haben, sagen, daß die Zahl der Blüten im Köpfchen bei den männlichen Pflanzen selten 110, bei den weiblichen Pflanzen selten 120 überschreite. So hohe Zahlen fand ich, gelegentlich des Auszählens der Früchtchen (S. 826 u. f.), nur ausnahmsweise. Die Unterschiede zwischen den Individuen des gleichen Geschlechtes sind zum Teil gewiß erblich bedingt.

Über das Geschlechtsverhältnis liegen mir nur ganz kleine Zählungen vor, die gelegentlich des Suchens nach spontan entstandenen Bastarden (S. 836) gewonnen wurden; sie deuten auf ein Überwiegen der Weibchen hin. Von 23 Geschwistern der 64 Bastardpflanzen *Cirsium arvense* ♀ + *olera-*

¹⁾ Vgl. dazu den Artikel: Geschlechtsverteilung und Geschlechtsbestimmung (bei Pflanzen). Handwörterbuch d. Naturwiss. Bd. IV, S. 975f., 1913, G. A. 36, 703.

²⁾ A. a. O. S. 387. ³⁾ A. a. O. S. 308.

ceum ♂, die reines *C. arvense* waren, erwiesen sich 5 männlich und 18 weiblich. Von 17 Pflanzen, die aus vergeblich ausgesäten Früchtchen eines andern Standortes stammten, waren 7 männlich und 10 weiblich.

Übergänge zwischen den Geschlechtern sind mir nicht vorgekommen: auch Lund und Rostrup¹⁾ beschreiben zwar mancherlei Monstrositäten, jedoch nur eine Blüte, die zwittrig, wenn auch pollenarm, gewesen ist.

Zunächst will ich einige Angaben über das Vorkommen der Früchtchen bei den „männlichen“ Pflanzen machen.

Es war mir zuerst im Sommer 1908 aufgefallen, daß das zu Bastardbestäubungen verwendete *Arvense*-Männchen A hier und da einzelne Früchte hervorbrachte, die äußerlich tauglich aussahen und ganz einzeln auch reife Embryonen enthielten. Ich bin dann der Sache nachgegangen und habe nicht nur die genannte Pflanze, sondern auch männliche Pflanzen verschiedenster Herkunft — aus der Schweiz, aus Oberbayern, von Norderney und aus der Gegend von Münster i. W. — selbst untersucht und untersuchen lassen, einmal, um die Zahlen näher festzustellen, und dann, um Material zu Aussaatversuchen zu erhalten. Dabei stellte sich auch noch heraus, daß vorzüglich Blüten fruchtbar waren, die am Rande oder nahe dem Rande der Köpfchen standen, zuweilen einige nebeneinander, zuweilen auch einander diametral gegenüber. Im allgemeinen stehen die Früchtchen doch auffällig oft in einem Abschnitt der Peripherie zusammen.

Die Ergebnisse sind in den folgenden 6 Tabellen zusammengestellt. Gezählt wurden Früchtchen von normaler und nahezu normaler Größe²⁾.

Tabelle 1.

450 Köpfchen der Versuchspflanze A (stammt v. Äckern bei Thonberg, Leipzig, jetzt bebaut).

Gesamtzahl der Köpfchen	Zahl der Köpfchen mit									Davon sichtlich taub	Gesamtzahl der Früchtchen	Pro Köpfchen	Auf 1000 Blütchen ³⁾
	0	1	2	3	4	5	6	7	8					Früchtchen
1—50	32	12	5	.	.	.	1	.	.	.	28	0,56	8,0
51—100	26	14	5	3	2	.	.	.	.	6	41	0,82	11,7
101—150	28	11	9	.	1	1	.	.	.	6	38	0,76	10,9
151—200	27	11	9	1	.	1	.	.	1	9	45	0,90	12,9
201—250	28	10	9	1	.	2	.	.	.	9	41	0,82	11,7
251—300	38	7	2	3	.	.	.	.	.	2	20	0,40	5,7
301—350	42	4	2	2	.	.	.	.	.	3	14	0,28	4,0
351—400	41	8	1	.	.	.	.	.	.	2	10	0,20	2,9
401—450	28	12	7	3	.	.	.	.	.	0	35	0,70	10,0
1—450	290	89	49	13	3	4	1	0	1	37	272	0,60	8,6

¹⁾ A. a. O. S. 263, Fig. 28; S. 310.

²⁾ Diese Größe, vor allem die Länge, variiert übrigens von Stock zu Stock.

³⁾ Es sind 70 Blüten auf den Kopf gerechnet (vgl. S. 825).

Hier und da wurden solche, die sicher taub waren, besonders aufgeführt; im allgemeinen wurde aber eine solche Unterscheidung nicht gemacht, da die Früchtchen fast immer ausgesät werden sollten.

Tabelle 2.

3 Standorte auf Norderney, zwei (A, B) nahe beieinander am Hafendamm, der dritte (C) bei der „Meierei“ (September 1911). Ferner ein Standort (D) bei Münster, Ziegelei bei der Coerheide (Oktober 1913).

Standort	Gesamtzahl der Köpfchen	Zahl der Köpfchen mit											Außerdem Köpfchen mit	Gesamtzahl der Früchtchen	Pro Köpfchen	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	163	70	46	6	9	7	2	.	3	2	.	3	11, 14, 15, 15, 16, 18, 18, 20, 20, 21, 21, 21, 30, 40, 61 Früchtchen	531	3,26	
B	110	57	33	4	1	1	1	.	1	.	.	1	16, 17, 20, 22, 32, 40, 43, 53, 54, 64, 70 Früchtchen	501	4,55	
C	200	193	4	3	10	0,05
D	218	212	4	1	1	.	.	15	0,07

Tabelle 3.

Standorte bei Zürich (Q—Y im Sihltal, zwischen Sihlwald und der Sihlbrugg; Z Dolder bei Zürich, September 1913). Jeder Standort ist von den andern so weit getrennt gewesen, daß er von einem besonderen Sämling besiedelt worden sein wird.

Standort	Gesamtzahl der Köpfchen	Zahl der Köpfchen mit											Außerdem Köpfchen mit	Gesamtzahl der Früchtchen	Pro Köpfchen	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Q	91	83	2	2	2	.	.	1	1	.	.	.	.	.	25	0,27
R	35	32	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	8	0,24
S	50	45	8	3	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	28	0,28
T	94	88	3	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	16	0,17
U	412	393	4	4	1	2	1	2	2	.	1	.	11, 16 Früchtchen	90	0,22	
V	220	212	4	1	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	18	0,08
W	1005 ¹⁾	1000	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.	13 Früchtchen	22	0,022	
X	94	90	.	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	10	0,11
Y	175	156	12	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26	0,15
Z	352	335	11	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	0,07
Zusammen	2528	2434	46	28	11	6	3	4	3	.	1	.	11, 13, 16 Früchtchen	268	0,11	

¹⁾ Hier wurde mit dem Untersuchen aufgehört.

Tabelle 4.

Standorte um Grafrath bei München (September 1913). Auch hier entspricht jeder Buchstabe wohl stets mindestens einem Sämling; AN, AP, AQ, AR, AS, AT stammen von verschiedenen Stellen eines sehr großen Standortes.

Standort	Gesamtzahl der Köpfchen	Zahl der Köpfchen mit											Außerdem Köpfchen mit	Gesamtzahl der Früchtchen	Pro Köpfchen	Ertrag auf Blüten ¹⁾
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					Früchtchen
AA	386	360	6	6	4	1	2	2	2	.	.	.	11, 12, 16	109	0,28	248
AB	534	533	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0,002	37380
AC	180	178	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0,01	6300
AD	69	65	1	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	9	0,15	538
AF	180	158	2	5	4	3	2	2	1	2	.	.	11	93	0,52	136
AG	69	64	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	Früchtchen	6	0,09	805
AL	339	296	7	6	4	5	8	2	2	3	1	.	14, 15, 17, 18, 26	240	0,71	98
AP	198	195	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	6	0,03	2310
AQ	381	377	2	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	9	0,024	2952
AR	151	147	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	11	32	0,21	330
AS	287	263	8	2	3	1	1	2	.	.	1	1	Früchtchen	126	0,44	159
AT	144	138	3	1	2	.	.	.	.	.	.	.	11, 12, 13, 14, 15	11	0,07	9166

5 Standorte, von denen weniger als 50 Köpfchen untersucht werden konnten, sind in der Tabelle weggelassen; es mag aber auch für sie das Ergebnis wenigstens summarisch angeführt werden. Stellt der Dividend die Zahl der gefundenen Früchtchen, der Divisor die Zahl der Köpfchen dar, so ergab Standort AH 0 : 27, AJ 2 : 32, AK 0 : 22, AN 0 : 45, AO 9 : 31.

Tabelle 5.

Eine besonders „reiche“ Pflanze vom selben Standort wie AN—AT der vorangehenden Tabelle. Sie fiel schon beim Einsammeln durch dicke Köpfe auf (ich zählte bis zu 130 Blüten). Es war aber doch nur reines *C. arvensis*, obschon am Standort auch noch viel *C. lanceolatum* vorhanden war.

Zahl der Früchtchen im Kopf	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17	34	35	37	40	43	44	47	50	55	115	zusammen 20 Köpfchen	
Derartige Köpfchen sind vorhanden	1	3	.	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	mit 557 Früchtchen
Von den Früchtchen äußerlich tauglich	.	3	.	3	.	4	.	1	.	.	.	2	5	10	8	13	8	19	15	6	10	.	19	davon 110 äußerlich tauglich	

¹⁾ Es sind 70 Blüten auf den Kopf gerechnet (vgl. S. 825).

Die 20 untersuchten Köpfechen hatten also 557 Früchtchen ergeben, also die außerordentlich hohe Zahl von 28 Früchtchen auf den Kopf. Die meisten waren ohne weiteres als taub zu erkennen; schließlich erhielt ich daraus nur 4 Pflanzen.

Da es mir im verflossenen Sommer nicht möglich war, größere Bestände des *Cirsium arvense* zu untersuchen, und ich doch zu neuen Aussaatversuchen Material haben wollte, ließ ich mir in der Gegend von Grafrath nochmals Köpfechen männlicher Pflanzen sammeln¹⁾. Ich erhielt Proben von 25 Stellen; das Ergebnis des Auszählens bringt Tabelle 6.

Tabelle 6.

Standort	Zahl der Köpfechen	Zahl der ganz tauben Köpfechen	Zahl der Früchtchen	Pro Kopf	Auf wieviel Köpfe eine Frucht	Standort	Zahl der Köpfechen	Zahl der ganz tauben Köpfechen	Zahl der Früchtchen	Pro Kopf	Auf wieviel Köpfe eine Frucht
BA	333	333	.	.	∞	BO	167	150	88	0,53	19
BB	263	259	11	0,04	24	BP	327	367	23	0,07	14
BC	273	272	4	0,014	69	BQ	111	111	.	.	∞
BD	374	346	169	0,45	2,2	BR	282	282	.	.	∞
BE	213	213	.	.	∞	BS	437	404	74	0,17	6
BF	378	362	75	0,20	5	BT	318	278	174	0,55	1,8
BG	221	221	.	.	∞	BU	267	263	35	0,13	8
BH	212	208	15	0,07	14	BV	323	314	53	0,16	6
BI	379	373	17	0,04	22	BW	554	554	.	.	∞
BK	411	335	638	1,55	0,6	BX	413	376	323	0,78	1,3
BL	294	283	43	0,15	7,0	BY	552	479	551	1,00	1,0
BM	230	194	145	0,63	1,6	BZ	553	507	432	0,78	1,3
BN	246	236	2	0,008	123	BA—BZ	8131	7747	2872	0,35	2,8

Ein Blick über die verschiedenen Tabellen lehrt zunächst, daß die Zahl der Früchtchen in den subandrözischen Köpfechen von Standort zu Standort wechselt, oft sehr auffallend. Es tritt das deutlich hervor, wenn man die Zahl der Früchtchen feststellt, die auf einen Kopf kommen, oder berechnet, auf wieviel Köpfechen oder Blüten ein Früchtchen kommt. An manchen Standorten finden sich, auch wenn relativ sehr viele Köpfechen untersucht werden konnten, gar keine Früchtchen oder nur ganz wenige (z. B. BW, Tabelle 6; W, Tabelle 3). An anderen finden sich mehr; doch wird der Durchschnitt von 1 Frucht pro Köpfechen selten erreicht oder überschritten (z. B. von den Standorten der Tabelle 3 nie, wohl aber bei BK und BY der Tabelle 6). Ganz ausnahmsweise kommen „reiche“ Standorte vor, durchschnittlich mit mehreren Früchtchen auf den Kopf (A, B der Tabelle 2; Tabelle 5).

Daß diese Unterschiede zum Teil auf inneren Ursachen beruhen, Sippenmerkmale sind, ist klar. Wie weit aber die verschiedenen Zahlen für Individuen charakteristisch sind, muß meist dahingestellt bleiben, weil bei der

¹⁾ Ich spreche dafür auch hier Fräulein H. BEYER meinen besten Dank aus.

außerordentlich hohen vegetativen Reproduktionskraft nicht feststeht, ob ein Standort von mehreren Sämlingen oder den Ablegern eines einzigen besiedelt wurde. Nur im letzteren Fall wird die Früchtchenzahl charakteristisch sein; im ersteren könnte eine mittlere Zahl von Früchtchen durch ein Gemenge von Individuen einer sehr armen und einer reichen Sippe zustande kommen. Zuweilen ermöglichen andere Eigenschaften eine Entscheidung, z. B. bei dem Standort der Tabelle 5 die Köpfchengröße.

Würde nur der Zufall bei gegebener Fruchtbarkeit die Verteilung der Früchtchen über die Köpfchen besorgen, so würden für die Köpfchen mit 0, 1, 2, 3, 4 usw. Früchtchen andere Frequenzahlen herauskommen, als tatsächlich beobachtet werden. Die höheren Zahlen sind zu häufig. Zum Teil mag auch daran schuld sein, daß die Köpfchen eines Standortes zu verschiedenen Individuen gehören. Doch tritt dies Verhalten ebenso bei den Zählungen der Tabelle 1 hervor, an Köpfchen, die sicher alle von ein und demselben Sämling abstammen. Es muß also mindestens noch ein Faktor vorhanden sein, der ein gemeinsames Auftreten der Früchtchen begünstigt.

Ich habe auf verschiedene Weise versucht, den Ertrag einer bestimmten männlichen Pflanze zu steigern, aber ohne Erfolg. Zunächst wäre es möglich gewesen, daß eine gründlichere Verteilung des Pollens auf den verschiedenaltigen Köpfchen bessere Resultate gegeben hätte. Das war aber nicht der Fall. Dann habe ich, so gut es gehen wollte, den eigenen Blütenstaub durch Abwaschen, Wegblasen und Abwischen von den Köpfchen der männlichen Pflanze entfernt und diese dann mit pollenbedeckten Köpfchen männlicher Sämlinge verschiedener Herkunft gerieben, ohne einen besseren Ansatz zu erhalten, wie nachstehende kleine Tabelle zeigt, die sich auf dieselbe Pflanze(A) bezieht wie Tabelle 1.

Tabelle 7.

	Zahl der Köpfchen mit						Gesamtzahl der Früchte	davon sicher taub
	0	1	2	3	4	5		
	Früchtchen							
1. und 2. Sack, 21 Köpfe	16	4	.	1	.	.	7	4
3. bis 7. Sack, 30 Köpfe	25	3	2	.	.	.	7	2
Zusammen 51 Köpfe . . .	41	7	2	1	.	.	14	6

Das Ergebnis entspricht sogar nur den weniger günstigen der Tabelle 1, wohl nur zufällig und nicht deshalb, weil die Köpfchenstände in Pergamin tüten eingehüllt und dadurch die Entwicklungsbedingungen weniger günstig gewesen waren. Selbststerilität ist auf keinen Fall an dem schlechten Ansetzen schuld.

Es lag natürlich nahe, daran zu denken, daß die wenigen Früchtchen der „Männchen“ auf apogamem Wege entstanden wären. Zunächst ließ sich jedoch durch Isolieren leicht zeigen, daß die Weibchen nicht apogam sind, und spezielle Versuche lehrten das auch für die Männchen. 50 Köpfen der Versuchspflanze A, die in der bekannten, zuerst von RAUNKJÄR verwendeten Weise kastriert worden waren, gaben nicht eine Frucht, während, wie Tabelle 1 zeigt, zwischen 10 und 40 Früchtchen zu erwarten gewesen wären.

Ebenso entscheidend war das Ergebnis der Aussaatversuche. Wie wir noch sehen werden, war die Nachkommenschaft des Männchens A, die im wesentlichen durch Selbstbefruchtung entstanden sein mußte, unter sich durchaus nicht homogen und der Stammpflanze A gleich, wie das sonst bei apogamer Vermehrung der Fall ist, sondern „spaltete“ ganz deutlich (S. 832).

Wenn man nun nicht annehmen will, daß es sich um echte Parthenogenese (generative Parthenogenese HANS WINKLERS) aus dem Ei mit reduzierter Chromosomenzahl handelt — wofür unter den höheren Gewächsen gar kein Parallelfall vorliegt —, muß man aus dieser Vielförmigkeit auf die geschlechtliche Entstehung der Nachkommen schließen¹⁾.

Es war nun von besonderem Interesse, was für ein Geschlecht die Pflanzen haben würden, die aus den Früchtchen der „Männchen“ hervorgehen würden. Bei diesen Versuchen mußte sich dann auch die Zahl der wirklich tauglichen, keimfähigen Früchte herausstellen.

Angaben über das Geschlecht der Nachkommen isolierter subdiözischer Pflanzen haben wir nur sehr wenige. Noch am besten sind wir über die Verhältnisse beim Binkelkraut (*Mercurialis annua*) unterrichtet, obwohl auch hier die Angaben nicht ganz übereinstimmen.

Hier finden wir nicht nur — offenbar sehr häufig, vielleicht regelmäßig — an den weiblichen Pflanzen einzelne männliche Blüten, sondern auch — jedenfalls sehr selten — weibliche Blüten an den männlichen Pflanzen.

Schon KRÜGER²⁾ hatte von isolierten weiblichen Pflanzen — an denen er keine männlichen Blüten entdecken konnte — (fast?) ausschließlich weib-

¹⁾ Die cytologische Untersuchung, die hier das letzte Wort sprechen kann, soll mit der Untersuchung des Blütenbaues und der Blütenentwicklung ausgeführt werden.

²⁾ W. KRÜGER, Über ungeschlechtliche Fortpflanzung und das Entstehen weiblicher Individuen durch Samen ohne Befruchtung bei *Mercurialis annua* und anderen diözischen Pflanzen. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXVIa, S. 333. 1908. S. 337 wird angegeben, daß nur weibliche Nachkommen entstehen, was S. 338 dahin eingeschränkt wird, daß ab und zu auch männliche oder monözische Individuen auftreten, die jedoch möglicherweise einem Versuchsfehler ihre Existenz verdanken könnten.

liche Nachkommen erhalten. BITTER¹⁾ erzielte dagegen von den isolierten „Weibchen“ zwar wieder überwiegend Weibchen, aber auch eine Anzahl Männchen, bei 8 Versuchen insgesamt 21 auf 723 Weibchen. Er fand auch die männlichen Blüten an den weiblichen Pflanzen. STRASBURGER²⁾ hatte von isolierten weiblichen *Mercurialis*-Pflanzen 907 Samen geerntet, entstanden durch Bestäubung mit dem eigenen, in vereinzelt männlichen Blüten gebildeten Pollen, und daraus 148 ausschließlich weibliche Nachkommen erhalten. Umgekehrt gaben Samen, die an sonst männlichen Stöcken aus isolierten weiblichen Blüten hervorgegangen waren, nur Männchen³⁾. Eine Zahl wird hier nicht angegeben, so daß sich der Beurteilung entzieht, wie sicher dies Ergebnis ist. Man darf wohl annehmen, daß es eine ziemlich kleine Zahl war.

Der erste Aussaatversuch mit Früchtchen „männlicher“ Pflanzen des *Cirsium arvense* wurde mit Material angestellt, das von der Versuchspflanze A (Tabelle 1) stammte. Die normal und annähernd normal aussehenden Früchtchen aus 525 frei abgeblühten Köpfchen gaben, frisch geerntet am 28. Juli 1911 auf sterilisierte Erde ausgesät, bis zum 7. August 47 Keimlinge. 11 davon waren ganz albinotisch und gingen deshalb bald ein, 21 vollkommen normal grün, der Rest wenigstens teilweise etwas bunt. Ein zweiter Versuch, vom 3. August bis 16. August desselben Jahres, mit den Früchtchen aus 369 Köpfchen derselben männlichen Pflanze gab 27 Sämlinge, darunter 8 völlige Albinos und 19 mehr oder weniger meist ganz grüne. Rechnet man auf den Kopf nur 70 Blüten (S. 825), so hatten also 36 750 und 25 830 Blüten 47 und 27 Sämlinge gegeben, es kam also einer erst auf 780 und 960 Blüten.

Die Früchtchen waren vor der Aussaat nicht gezählt worden; nach den in der Tabelle 1, S. 826 niedergelegten Erfahrungen mögen aus den 894 Köpfen etwa 500 Früchtchen ausgelesen worden sein. Die 74 Keimlinge entsprechen also etwa 15 Prozent der Früchtchen.

Die grünen und bunten Sämlinge wurden pikiert. Ende September konnten 49 einzeln in Töpfe gepflanzt werden und im Mai 1912 in größere Töpfe mit besserer Erde. Es kamen im Laufe des Sommers 17 zum Blühen. 9 waren Männchen und 8 Weibchen. Die Männchen brachten — in diesem ersten Jahre — in den relativ wenigen Köpfchen fast keine Früchtchen.

Leider wurden im folgenden Winter alle Pflanzen ein Opfer der Mäuse, so daß ich über das Geschlecht der übrigen keine Angaben machen kann.

Die männliche Stammpflanze A hat Blätter, die unterseits mäßig stark weißfilzig ist; sie gehört also zur Sippe *Incanum*. Von den 31 Sämlingen,

¹⁾ G. BITTER, Zur Frage der Geschlechtsbestimmung von *Mercurialis annua* durch Isolation weiblicher Pflanzen. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1909, S. 120, Bd. XXVII.

²⁾ E. STRASBURGER, Das weitere Schicksal meiner isolierten weiblichen *Mercurialis annua*-Pflanzen. Zeitschrift f. Botanik Bd. I, 1909, S. 507.

³⁾ E. STRASBURGER, Über geschlechtsbestimmende Ursachen. Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. XLVIII, S. 427, 1910.

die auf ihre Behaarung untersucht werden konnten, hatten 5 unterseits völlig kahle Blätter, die übrigen mehr oder weniger stark behaarte. Etwa 15 waren so stark filzig wie die Pflanze A, etwa 7 weniger und 4 noch mehr als sie. Dies beruht offenbar auf einem (wahrscheinlich ziemlich komplizierten) Spalten und kann als Beweis dafür dienen, daß die Sämlinge auf sexuellem Wege und nicht apogam entstanden sind.

Ich habe noch andere Aussaaten gemacht, aber mit wenig Erfolg. Die Sämlinge erwiesen sich oft als sehr wenig widerstandsfähig und gingen trotz der Bemühungen des Gärtners vielfach ein. Die Pflanzen, die ich von dem in Tabelle 2 unter A und B aufgeführten Material erhielt, waren fast alle *Puccinia*-krank¹⁾. Von dem in Tabelle 4 und 5 behandelten Material, das 30 Pflanzen gab, haben bis jetzt nur 5 geblüht; alle waren männlich.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem von STRASBURGER bei *Mercurialis* erhaltenen, so muß die hohe Zahl auffallen, mit der weibliche Pflanzen vertreten sind. Fast die Hälfte der Nachkommen oder, rechnet man die 5 eben erwähnten Sämlinge dazu, ein Drittel sind Weibchen.

Nach dem gleich anzuführenden Ergebnis der *Bryonia*-Versuche haben wir Grund, zu behaupten, daß die männliche Pflanze zweierlei Keimzellen hervorbringt, solche mit männlicher und solche mit weiblicher Tendenz, in annähernd gleichen Zahlen. Nehmen wir an, das gelte auch für *Cirsium arvense*, und zwar nicht nur für die Pollenkörner, sondern auch für die wenigen befruchtungsfähigen Eizellen der männlichen Individuen, so müßte, wenn der Zufall bei Selbstbefruchtung die Keimzellen zusammenbringt, und die männliche Tendenz über die weibliche auch hier dominiert, die Nachkommenschaft aus 25 Prozent Weibchen und 75 Prozent Männchen bestehen, und es müßte darunter zweierlei Männchen geben, heterozygotische (50 Prozent) und homozygotische (25 Prozent). Diese homozygotischen Männchen müßten mit den Weibchen lauter männliche Nachkommen geben. In der freien Natur würden solche Männchen gar keine Rolle spielen können. Bei der minimalen Fruchtbarkeit der subandrözischen Pflanzen würden sie viel zu selten auftreten und bei der schwächeren Entwicklungskraft (S. 832) rasch verdrängt werden. Die Männchen, die sie mit Weibchen hervorbrächten, wären zudem alle wieder heterozygotisch. Sollten sie sich aber im Versuch nachweisen lassen, so hätte das eine außerordentliche Tragweite. Daß bis jetzt fast die Hälfte, oder ein Drittel, der Nachkommen der subandrözischen Stöcke weiblich waren, statt ein Viertel, will bei der kleinen Gesamtzahl nicht viel sagen. Die weitere Ausdehnung der Versuche muß hier Klarheit bringen; ich verzichte deshalb darauf, schon jetzt auch andere Möglichkeiten zu erörtern.

¹⁾ Da die Krankheit sonst in meinen Kulturen nicht auftrat, muß das Saatgut schon irgendwie infiziert gewesen sein.

II. Versuche, die Geschlechtsbestimmung des *Cirsium arvense* durch Bastardierung aufzuklären.

Meine Bastardierungsversuche mit der getrenntgeschlechtigen *Bryonia dioica* und der gemischtgeschlechtigen (einhäusigen) *B. alba* hatten ergeben, daß das Weibchen der getrenntgeschlechtigen Art, mit dem Pollen der gemischtgeschlechtigen bestäubt, lauter Weibchen gibt; bestäubt man dagegen die gemischtgeschlechtige Art mit dem Pollen der Männchen der getrenntgeschlechtigen, so erhält man zur Hälfte Männchen, zur Hälfte Weibchen¹⁾.

Ganz allgemein ergibt sich daraus:

1. daß das Weibchen der *B. dioica* in allen seinen Keimzellen (Eizellen) dieselbe weibliche Tendenz hat,

2. daß das Männchen dagegen in der einen Hälfte seiner Keimzellen eine andere Tendenz ausbildet als in der andern Hälfte. Es muß zweierlei Keimzellen haben, heterogametisch (R. HERTWIG) sein. Die Tendenz der einen läßt die weibliche der Eizellen unverändert; die Tendenz der anderen sorgt dafür, daß aus den damit befruchteten Eizellen Männchen werden.

Daß jene männlichen Keimzellen, durch deren Zutritt die weibliche Tendenz der Eizellen in die männliche abgeändert wird, selber eine männliche Tendenz besitzen, die stärker ist als die weibliche der Eizellen, kann kaum einem Zweifel unterliegen. Anders dagegen steht es mit der zweiten Sorte männlicher Keimzellen, die die Tendenz der Eizellen nicht ändern. Von den zwei naheliegenden Annahmen, die man für sie machen kann — weibliche Tendenz oder männliche Tendenz, die aber schwächer, nicht stärker sein muß als die weibliche in den Eizellen —, ist mir die erste noch immer am wahrscheinlichsten.

Es galt nun, diese Versuche mit neuem Material zu wiederholen und Bastarde zwischen *Cirsium arvense* einerseits und zwittrigen *Cirsium*-Arten andererseits herzustellen. Dabei waren durch die Gynodiözie eines Teiles dieser Arten besondere Verhältnisse gegeben, die einerseits die Ausführung der Versuche erleichtern, andererseits die Ergebnisse verwickelter gestalten konnten.

Nach den Angaben in der Literatur kommen verschiedene derartige Bastarde spontan vor: mit *Cirsium oleraceum* (wohl der erste, von NÄGELI entdeckte *Arvense*-Bastard), *C. palustre*, *C. acaule*, *C. lanceolatum* (nach FOCKE fraglich²⁾), *C. bulbosum* und *C. rivulare*³⁾, *C. Erisithales*⁴⁾, endlich

¹⁾ Bestimmung und Vererbung des Geschlechts usw. S. 21f.

²⁾ Diese vier bei W. O. FOCKE, Die Pflanzenmischlinge S. 204—210, 1881.

³⁾ Diese beiden z. B. bei GABCKE, Flora von Deutschland, 17. Aufl. 1895; *C. arvense* + *rivulare* habe ich sonst nicht angegeben gefunden.

⁴⁾ Nach E. KHEK (Allgem. Botan. Zeitschrift 1909, S. 1) von DÜRRNBERGER in zwei Formen gefunden.

*C. canum*¹⁾. Alle sind aber, gegenüber anderen Cirsienbastarden, sehr selten. Das weist auf die isolierte Stellung der Sektion *Cephalonoplos* hin, zu der *C. arvense* gehört, die sich z. B. auch darin ausspricht, daß LINNÉ unsere Art in die Gattung *Serratula* stellte.

Bei meinen Versuchen habe ich alle *Cirsium*-Arten, die mir erreichbar waren und einigermaßen Erfolg zu versprechen schienen, durchprobiert: *C. acaule* (als ♂ und als ♀), *anglicum* (als ♂), *bulbosum* (als ♂ und als ♀), „*canum*“²⁾ (ebenso), *Erisithales* (ebenso), *ferox*³⁾ (als ♀), *heterophyllum* (als ♀), *lanceolatum* (als ♂), *palustre* (als ♂ und als ♀), *oleraceum* (ebenso), *Velenovskiyi*⁴⁾ (als ♀), zum Teil wiederholt in verschiedenen Jahren.

Soweit die Arten gynodiözisch waren und mir in weiblichen Exemplaren vorlagen, habe ich der Bequemlichkeit halber zunächst diese zu den Versuchen benutzt. Aber auch die gynomonözischen und zwittrigen Stöcke wurden verwendet, wobei versucht wurde, den eigenen Pollen auf die eine oder andere Weise zu entfernen oder unschädlich zu machen. Da kein Erfolg erzielt wurde, gehe ich darauf nicht ein. Es wurden auch Männchen und Weibchen des *C. arvense* von verschiedener Herkunft benutzt, ebenfalls ohne besseren Erfolg. Auch die weiblichen Geschwister von Bastardpflanzen (*C. arvense* + *oleraceum*), die reines *C. arvense* waren, wurden vergeblich ausprobiert. Endlich wurde auch „gemischte“ Bestäubung versucht, indem neben dem fremden Pollen noch eigener, bald viel, bald nur wenig, auf die Narben gebracht wurde. Die erhaltenen Früchte waren sehr oft (z. B. bei den reziproken Verbindungen von *C. arvense* einerseits, *C. oleraceum*, *palustre*, *acaule* andererseits) äußerlich völlig normal, erwiesen sich aber, soweit sie geöffnet wurden, als taub, und der Rest keimte nicht.

Erhalten habe ich nur einen einzigen Bastard⁵⁾, 1908 erzielt durch Bestäubung eines *Palustre*-Weibchens mit Pollen des *Arvense*-Männchens A. Er blühte 1909 und 1910 und ging im Winter 1910/11 ein. In seinen Eigenschaften verriet er seine Abstammung deutlichst, bildete z. B. keine Rosette und hatte den Filz des *C. arvense* auf der Blattunterseite. Dem Geschlecht nach war er vollständig weiblich und gab weder mit dem Pollen des *C. palustre* noch mit dem des *C. arvense* Nachkommen.

Daß dieser eine Bastard weiblich war, widerspricht wenigstens unserer oben gemachten Annahme hinsichtlich der zweierlei Tendenzen in den Keim-

1) Von G. MENDEL experimentell erzeugt (G. MENDELS Briefe an C. NÄGELI S. 208). Die Bastarde mit *C. eriophorum* (*C. Senneni* ROUY) und *C. corbariense* (*C. Jonasi* SENN.) sind nach PETRAK (Bibl. Botan. Heft 78, S. 79 u. 80, 1912) irrtümlich aufgestellt.

2) Vgl. S. 840 Anm. 3) Vgl. S. 838. 4) Vgl. S. 845.

5) MENDEL (a. a. O. S. 196 und 208) hatte mehr Geschick oder Glück. Es waren bei ihm von *Cirsium arvense* ♀ + *oleraceum* ♂ mehrere Exemplare vorhanden, die aber alle über Winter zugrunde gingen. Von *C. arvense* + *canum* blieb eine Pflanze am Leben, über die aber nichts bekannt geworden ist.

zellen der Männchen nicht; ein Pollenkorn mit weiblicher Tendenz wird die Befruchtung ausgeführt haben. Inwieweit die Gynodiözie des *C. palustre* an dem Resultat beteiligt sein kann, entzieht sich einstweilen der Beurteilung.

Der Mißerfolg, den ich bei den Versuchen hatte, Bastarde künstlich zu erzielen, die doch in der freien Natur zu finden sind, veranlaßte mich, spontane Bastardierung zu Hilfe zu nehmen, besonders nachdem ich in einer Aussaat von Früchtchen eines *Arvense*-Köpfchens einen Bastard mit *Cirsium oleraceum* gefunden hatte.

Ich suchte im Freien nach Stellen, wo ausschließlich *Arvense*-Weibchen zusammen mit einer andern *Cirsium*art vorkamen, erntete dort und säte die Früchte aus. Ob unter den Sämlingen Bastarde waren, ließ sich lange vor dem Blühen erkennen. An den meisten Standorten kam *C. arvense* mit *oleraceum* oder *palustre* vor. Aber auch hier zeigte sich, daß die Bastardierung offenbar nur recht schwer gelingt. Denn von vier Stellen, an denen ich nur *Arvense*-Weibchen mit *C. oleraceum* durcheinanderwachsend fand, und von zwei Stellen, wo *Arvense*-Weibchen und *C. palustre* beisammen standen, ohne daß in nächster Nähe *Arvense*-Männchen zu finden gewesen wären, gab einstweilen nur eine¹⁾ eine größere Anzahl Bastarde. Aus mehreren hundert Köpfchen gewann ich 15 cem Früchtchen, taube und gute, die, neben viel *C. arvense*, 64 Bastarde *C. arvense* + ♀ *oleraceum* ♂ gaben. Da die meisten Sämlinge *C. arvense* (Männchen und Weibchen S. 825) waren, und Apogamie nicht in Frage kommt, muß für diese Nachkommen der *Arvense*-Pollen ziemlich weit herbeigetragen worden sein, und der in der nächsten Nähe in großer Menge und lange Zeit hindurch dargebotene und gewiß auch auf die Narben übertragene *Oleraceum*-Pollen war fast wirkungslos geblieben.

Die Pflanzen, die bis jetzt geblüht haben, 50 an Zahl, waren sicher Bastarde, unter sich ziemlich einförmig und sämtlich weiblich. Dies Resultat stimmt mit dem der entsprechenden Bastardierung *Bryonia dioica* ♀ + *alba* ♂ vollkommen überein und erlaubt hier wie dort den Schluß zu ziehen, daß die Eizellen der Weibchen sämtlich weibliche Tendenz haben, und daß diese Tendenz über die zwittrige in den Pollenkörnern des Bestäubers (hier das *C. oleraceum*) dominiert²⁾.

¹⁾ Die Stelle lag an der Sihl, etwas unterhalb der Station Sihlbrugg, auf aufgeschüttetem Boden, nicht sehr weit von der entfernt, an der NÄGELI seinerzeit (*Cirsien der Schweiz*, a. a. O. S. 147) den Bastard entdeckt hatte „Zürich am Uto, in einem abgehauenen Wald, 2500“. Seine Exemplare entsprachen ebenfalls der Verbindung *Cirsium arvense* ♀ + *oleraceum* ♂. Ich fand keine Bastarde.

²⁾ Auch die vier Bastardpflanzen, die NÄGELI fand, waren weiblich, ihre Antheren waren „wenig größer als diejenigen in dem (weiblichen!) *C. arvense* und ohne Pollen“ (a. a. O. S. 30).

Obwohl die Bastarde mit *Cirsium-arvense*-Männchen zusammenstanden, und auch zwittriges *C. oleraceum* in der Nähe war, blieben sie doch alle steril. Mit dem einen zuerst aufgezogenen Exemplar wurden auch wiederholte Bestäubungsversuche mit dem Blütenstaub beider Elternarten angestellt, ohne daß etwas anderes als große, aber taube Früchtchen entstanden wären.

Trotzdem muß wenigstens die Bestäubung mit *C. arvense*-Pollen von Erfolg sein können, denn NÄGELI¹⁾ beschreibt außer vier in der Mitte stehenden Bastardpflanzen von demselben Standort auch ein ebenfalls weibliches Exemplar, das dem *C. arvense* sehr nahestand, B) *recedens* (ad *arvense*), und von ihm vor allem durch die größeren Köpfchen, die Hüllblätter, die weniger tief geteilte Blumenkrone und die Blütenfarbe verschieden war.

Zusammenfassend können wir sagen: Obschon einstweilen nur eine der beiden möglichen reziproken Verbindungen zwischen *C. arvense* einerseits und einer zwittrigen bzw. gynomonözischen Art andererseits in genügend großer Individuenzahl vorliegt, dürfen wir annehmen, daß die Geschlechtsbestimmung hier wie bei *Bryonia* erfolgt, und daß das männliche Geschlecht heterogametisch ist. Dazu würde auch das Ergebnis der Vererbungsversuche mit den Früchtchen der „Männchen“ des *Cirsium arvense* sprechen (S. 832).

III. Versuche mit gynodiözischen Arten.

Die ersten Angaben über das Vorkommen der Gynodiözie, also weiblicher neben zwittrigen Individuen, in der Gattung *Cirsium* hat wohl NÄGELI²⁾ gemacht — das Wort rührt bekanntlich erst von DARWIN her. Von der Annahme ausgehend, daß Bastardbefruchtung nur bei Blüten möglich sei, die keinen wirksamen eigenen Pollen besäßen, daß also bei der einen Elternart eines *Cirsium*-Bastardes der Pollen abortieren müsse, untersuchte er die ihm vorliegenden Arten darauf und fand bei vielen tatsächlich Stöcke mit reduzierten, sterilen Antheren, also weibliche Stöcke. Speziell gibt er sie, mit Übergängen zur Zwitterigkeit, also Gynomonözie, wie wir jetzt sagen, für seine Sektion *Microcentron* (*C. heterophyllum*, *acaule*, *bulbosum*) an, ebenso für *Pterocaulon* (*C. palustre*), während *Xanthopon* (*C. oleraceum*, *spinosissimum*, *Erisithales*) stets fruchtbaren Pollen haben soll, ebenso in der Regel *Eriolepis* (*C. eriophorum*) und *Epitrachys* (*C. lanceolatum*).

Jetzt führt KNUTH³⁾ Gynodiözie für *C. palustre*, *acaule*, *oleraceum* und den Bastard *oleraceum* + *acaule* an; VON ÜBXKÜLL-GYLLENBAND⁴⁾ fügte

¹⁾ A. a. O. S. 147.

²⁾ C. NÄGELI, Cirsien der Schweiz, a. a. O. S. 27. Natürlich begünstigt das Auftreten weiblicher Stöcke die Entstehung von Bastarden.

³⁾ P. KNUTH, Handbuch der Blütenbiologie Bd. II, Teil I, S. 638—647.

⁴⁾ A. a. O. S. 45.

noch *C. heterophyllum*, *eriphorum*, *canum*, *chinense*, *ciliatum* und *crinitum* hinzu. Ich selbst fand die weiblichen Pflanzen außer bei *C. palustre*, *acaule* und *oleraceum* bei *C. heterophyllum* (an Stöcken des Botanischen Gartens in Münster), bei einer mit *C. eriphorum* verwandten Art, deren Früchtchen ich (von HAAGE und SCHMIDT) als *C. Velenovskyi* bekommen hatte, und bei einer als *C. ferox* (aus dem Pariser Garten) erhaltenen Art, die jedenfalls, wie *C. eriphorum*, in die Sektion *Epitrachys* DC¹⁾ gehört und wohl richtig bestimmt war. Vergeblich suchte ich sie bis jetzt im Freien und in Aussaaten verschiedener Herkunft bei *C. lanceolatum*; auch bei *C. spinosissimum* konnte ich sie im Freien (am Stätzer Horn bei Chur) nicht finden und ebensowenig bei *C. Erisithales* in Aussaaten verschiedener Herkunft. Damit soll nicht gesagt sein, daß hier wirklich keine weiblichen Pflanzen vorkämen; sie sind aber jedenfalls viel seltener als bei den anderen Arten, besonders den drei zuerst genannten. Übrigens scheinen auch bei diesen die Weibchen streckenweise zu fehlen, was biologisch ja ganz gut möglich ist. So gibt WARNSTORF²⁾ ausdrücklich an, daß in der Flora von Neuruppin *C. acaule* und *oleraceum* nur in zwittrigen Exemplaren vorhanden seien.

Bis jetzt habe ich nur *C. oleraceum* und *C. palustre* eingehender untersucht. Sie verhalten sich sehr deutlich verschieden. *C. acaule* schließt sich, soviel ich einstweilen sagen kann, an *C. oleraceum* an, während *C. Velenovskyi* sich mehr wie *C. palustre* verhalten dürfte. *C. ferox* mag hier, des zu geringen Materials wegen, wegbleiben. Mit allen Arten sind umfangreiche neue Versuche im Gang.

1. *Cirsium oleraceum*.

Das Versuchsmaterial stammte aus dem Jahre 1908, teils von den Wiesen am Bienitz bei Leipzig, zwei weibliche Pflanzen, a und b, teils von den Abhängen des Sihltals bei der Sihlbrugg (Kt. Zürich), eine gynomonözische, A, und mehrere rein weibliche Pflanzen, B—E. Bei den Weibchen von beiden Standorten waren die Staubgefäße stark zurückgebildet; sie unterschieden sich aber merkwürdigerweise durch die Orientierung der Griffel: während diese bei den Stöcken vom Bienitz beim voll aufgeblühten Köpfchen sehr deutlich auseinanderspreizten, waren sie bei den Pflanzen aus dem Sihltal auch dann gerade vorgestreckt und unter sich annähernd parallel.

Bei den einzelnen Sprossen des gynomonözischen Stockes A waren an der Hauptachse das terminale und das folgende Köpfchen, eventuell noch mehr, rein weiblich, dann folgten einzelne gemischtgeschlechtige. An den Seitenachsen wiederholte sich das, nur daß oft schon das zweite Köpfchen,

¹⁾ F. PETRAK erwähnt in seiner „Monographie des Formenkreises des *Cirsium eriphorum* (L.) Scop. in Europa (Bibl. Botan. Heft 78, 1912) die Gynodiözie gar nicht.

²⁾ C. WARNSTORF, Blütenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora. Verhandl. d. Botan. Ver. d. Prov. Brandenburg, Bd. 38, S. 39. 1896.

hie und da sogar das Endköpfchen, gemischtgeschlechtig war, dann kamen darunter noch einige rein weibliche Köpfe. Es war ganz deutlich, daß die der Stellung nach mittleren Köpfchen am ehesten neben den weiblichen Blüten auch Zwitterblüten bildeten. Diese Zwitterblüten waren, auch wenn sie ihren Pollen verloren hatten, an ihren langhervortretenden, zunächst rotvioletten, später braunen Antherenröhren sofort kenntlich. Sie standen, in größerer oder geringerer Zahl, in der Mitte der Köpfchen, und um sie herum, gegen den Rand zu, die weiblichen Blüten in entsprechender geringerer oder größerer Zahl.

Im übrigen war das Zahlenverhältnis der gemischtgeschlechtigen und rein weiblichen Köpfe (und die Zahl der Zwitterblüten in den ersteren) bei A in den einzelnen Jahren, jedenfalls infolge der äußeren Einflüsse, auffällig verschieden. So war es sicher kein Zufall, daß jedesmal nach dem Verpflanzen (von Leipzig nach Münster und von Münster nach Berlin) besonders wenig zwittrige Blüten auftraten.

All das gilt, um es gleich vorweg zu nehmen, auch für die gynomonö-zischen Nachkommen dieser Pflanze A.

Um ganz sicher zu gehen, um vor allem auch die Pollenmenge beurteilen zu können, die in den Zwitterblüten gebildet wurde, trotz des sehr lebhaften Insektenbesuches und unabhängig von der Witterung, wurden gewöhnlich ganze Köpfchenstände in Pergaminsäcke eingeschlossen.

Bei den ersten Versuchen (1909) war eine der weiblichen Pflanzen vom Bienitz (a) teils mit den Pollen von *C. arvensis* und *C. oleraceum* bestäubt worden (Vers. 4, vgl. S. 462), teils ausschließlich mit dem Pollen von *C. oleraceum* (Vers. 5), und zwar mit dem Pollen einer zwittrigen Pflanze im „Aquarium“ des Botanischen Gartens in Leipzig. Von den Sämlingen, die in beiden Versuchen nur aus *C. oleraceum* bestanden (und die gleichen Eltern hatten), konnten des Raumes wegen nur wenige großgezogen werden. Es kamen in jedem Versuch 11 zur Entwicklung, im ganzen also 22. Sie blühten schon 1910, waren sämtlich rein weiblich und blieben auch so, bis 1914 das Versuchsbeet aufgelassen und nur 5 Stöcke nach Berlin verpflanzt wurden, wo sie 1915 wieder rein weiblich blühten.

Von einer dieser Pflanzen waren im Jahre 1910 Früchtchen geerntet worden, die durch Befruchtung mit dem Pollen der zwittrigen Pflanzen entstanden sein mußten, die im System des Botanischen Gartens in Münster vorhanden waren. Ich habe davon 1911 (als Vers. 6) 35 Sämlinge aufgezogen, die ebenfalls alle schon im ersten Jahre blühten und wiederum ausschließlich rein weiblich waren. Zwei aus diesem Versuch aufgehobene Stöcke sind es auch bis jetzt geblieben. 1912 wurde der Versuch mit zwei anderen Pflanzen gleicher Herkunft (von Vers. 4) und Pollen der gleichen Zwitterstöcke wieder-

holt. Das eine Mal (Vers. 16) erhielt ich 28, das andere Mal (Vers. 17) 68 Pflanzen, alle wieder rein weiblich; sie blühten aber, wegen der späteren Aussaat, fast alle erst im zweiten Jahr.

Im ganzen hatte die weibliche Pflanze A mit Pollen verschiedener Herkunft also 22 Kinder und 131 Enkel, sämtlich rein weiblichen Geschlechts, gegeben.

Gleichzeitig mit Vers. 16 und 17 waren auch Früchtchen der zwitterigen Pflanze des Systems, die den Pollen dazu geliefert hatte, ausgesät worden: sie gaben (ebenfalls 1914) 13 durchgängig zwitterige Nachkommen.

Es wurden auch einige Bastardierungen ausgeführt, um zu sehen, ob etwa unter dem Einfluß artfremden Pollens das starre Festhalten an demselben Geschlecht gebrochen werden könnte, aber umsonst. Alle Bastarde waren wieder völlig weiblich. Das war der Fall sowohl nach Bestäubung mit dem Pollen von *Cirsium palustre* (Ver. 3, 1 Pfl.) und *C. acaule* (Vers. 11, 5 Pfl.), die beide relativ oft gynomonözisch und weiblich gefunden werden, als nach Bestäubung mit dem Pollen von *C. canum*¹⁾ (Vers. 10, 5 Pfl.; Vers. 18, 7 Pfl.) und dem Pollen von *C. Erisithales* (Vers. 8, 4 Pfl.), von welchen Arten mir keine weiblichen Individuen vorgekommen sind.

An dem gynomonözischen Stock A waren 1912 eine Anzahl Köpfchen mit Pergamintüten gesäckt und in ihnen mit dem Pollen der Zwitterblüten die weiblichen bestäubt worden, so gut es gehen wollte. Auf diese Weise erhielt ich (Vers. 7) 17 Nachkommen, die alle schon im Sommer 1913 blühten, wider mein Erwarten rein weiblich waren und auch bis jetzt so blieben, soweit sie (10 Stöcke) solange aufgehoben worden waren. Der Versuch wurde 1913 wiederholt, in welchem Jahre an der gynomonözischen Pflanze mehr pollenführende Blüten beobachtet wurden als im Jahre zuvor. Die Aussaat (Vers. 14) wurde in zwei Hälften geteilt; die eine gab auf 13 Pflanzen 10 weibliche und 3 gynomonözische, die andere auf 14 Pflanzen 11 weibliche und 3 gynomonözische, zusammen also 22 weibliche und 6 gynomonözische, keine rein zwitterige. Die Eigenschaften zeigten sich an den aufgehobenen Stöcken auch im Sommer 1915 genau wieder.

Zum Vergleich wurde 1913 mit der gynomonözischen Pflanze A auch ein Bastard hergestellt, indem rein weibliche Köpfchen mit dem Pollen des *Cirsium canum* (von derselben Pflanze, die zu Vers. 10 und 18 gedient hatte) belegt wurden. Von den Nachkommen (Vers. 15) kamen 5 zum Blühen; einer war gynomonözisch, die andern 4 rein weiblich und blieben so auch 1915. Das Verhältnis war also nach der Bastardierung annähernd das gleiche wie nach Selbstbefruchtung.

¹⁾ Die Spezies wurde im Botanischen Garten in Leipzig als „*Cirsium ciliatum*“ kultiviert, gehört aber sicher nicht, wie das echte *C. ciliatum* MB, in die Verwandtschaft des *C. eriophorum*, sondern ähnelt unter den mir bekannten Arten am meisten *C. canum*, wird aber viel größer, statt 0,30–0,60 cm (GARCKE) bis über 1,50 m.

Zusammenfassend können wir sagen: Auffallend bei *Cirsium oleraceum* ist 1. daß die weiblichen Pflanzen — nach den vorliegenden, immerhin nicht sehr großen Zahlen — ausschließlich wieder ihresgleichen hervorbringen — genau, wie ich das auch für die Weibchen der *Satureia hortensis*¹⁾ gefunden hatte —, 2. daß der gynomonözische Stock bei Selbstbefruchtung neben seinesgleichen so auffällig viel mehr Weibchen gibt.

Die Zahlen für die Nachkommenschaft der zwittrigen Pflanze sind noch zu klein, um daraus schließen zu können, auch sie bringe ausschließlich oder fast ausschließlich wieder ihresgleichen hervor.

2. *Cirsium acaule*.

An *Cirsium oleraceum* schließt sich, wie schon erwähnt, *C. acaule* an, soweit das einstweilen beurteilt werden kann.

Eine Pflanze der *f. caulescens* (vom Bienitz bei Leipzig stammend) war seinerzeit (1908) als rein weiblich ausgehoben worden und blieb auch so bis jetzt. Das Ergebnis eines Versuches, bei dem diese Pflanze mit dem Pollen einer zwittrigen, vom gleichen Standort stammenden bestäubt worden war, ging durch Mäusefraß im Winter 1913 fast ganz verloren. Nur eine Pflanze kam zum Blühen. Sie war rein weiblich²⁾. Dagegen haben von der Nachkommenschaft, die von derselben, sich selbst überlassenen weiblichen Pflanze abstammte, schon 13 Stöcke geblüht (es waren zum Teil Bastarde), alle weiblich.

Ebenso waren 26 und 5 Bastarde rein weiblich, die in zwei Versuchen 1912 durch Bestäubung derselben weiblichen Pflanze mit dem Pollen des zwittrigen *Cirsium oleraceum* des Systems (das auch zu den Versuchen S. 839 gedient hatte) erzielt worden waren. Sie blieben auch so, soweit sie aufgehoben worden waren, nach ihrer Verpflanzung nach Berlin.

3. *Cirsium palustre*.

Die Art steht als Versuchsobjekt hinter *C. oleraceum* zurück, weil sie nicht ausdauernd ist. Sie blüht bei frühzeitiger Aussaat oft schon im ersten Jahr und nur ganz ausnahmsweise noch ein zweites Mal im folgenden, ehe sie abstirbt. Es ist deshalb unmöglich, einen Versuch mit den gleichen Pflanzen zu wiederholen, wenn das aus irgendeinem Grund wünschenswert erscheint, und man kann sich auch nicht nachträglich, beim Studium eines Versuchsergebnisses, nochmals über die Beschaffenheit der Eltern unterrichten. Das wäre um so wünschenswerter, als *C. palustre* besonders interessante, aber komplizierte Verhältnisse bietet.

¹⁾ Zuletzt: Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung polygamer Blütenpflanzen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXVIa, 1908, S. 687, G. A. 29, 598.

²⁾ Und gehörte zur *f. caulescens*, die sicher genotypisch von der gewöhnlichen, stengellosen Form verschieden ist.

Weibliche Pflanzen waren leicht zu beschaffen. Von 4 aufs Geratewohl 1908 in der Umgebung Leipzigs (Sumpfwiese bei Belgershain) ausgehobenen Rosetten erwiesen sich 3 (A, B, C) als Weibchen. Und unter drei Aussaaten gab nur die erste (Vers. 1) 1908 als Nachkommen einer Zwitterpflanze (Ravensberg bei Sachsa, Harz) 17 Rosetten, die (1909) alle wieder zwittrig waren.

Die zweite Aussaat (Vers. 2), aus Nachkommen einer weißblühenden¹⁾ Zwitterpflanze (Römersteine bei Sachsa) bestehend, gab 35 Rosetten, von denen 30 zwittrig, 5 aber weiblich blühten. Nach der Farbe waren 26 rot, 6 weiß und 3 blaßrosa. Da spätere Versuche mit isolierten weißblühenden Pflanzen die Konstanz dieses Merkmales und sein rezessives Verhalten zeigten, mußten von den 39 Nachkommen der Stammpflanze mindestens 29 durch Fremdbestäubung entstanden sein, trotzdem die Stammpflanze (wenigstens zur Zeit, als die reifen Köpfchen geerntet wurden) zwittrig geblüht hatte, und keine Selbststerilität vorliegt.

Die dritte Aussaat (Vers. 5), von einer Pflanze stammend, die, wenigstens zur Zeit der Ernte der Früchtchen, nur weiblich blühte, gab unter 5 Nachkommen einen zwittrigen und 4 weibliche.

Die weibliche Pflanze A brachte mit dem Pollen eines Zwitters 7 Pflanzen hervor (1908, Vers. 3), von denen 6 zwittrig und nur eine wieder weiblich waren. Von zweien dieser Zwitter wurden, als sie 1911 blühten, Köpfchen in Pergaminsäcke eingeschlossen. Die so erhaltene Nachkommenschaft bestand das eine Mal (Vers. 12) aus 10 Zwittern und 2 Weibchen ($\frac{12}{4}$ und $\frac{12}{10}$), das andere Mal (Vers. 17) aus 4 Zwittern und 1 Weibchen.

Zwei der weiblichen Pflanzen des Versuches 5 gaben, nachdem sie neben Zwittern sich selbst überlassen worden waren, 1912 6 Nachkommen (Vers. 16): einen gynomonözischen mit zwittrigen und weiblichen Köpfen ($\frac{16}{6}$), einen zweiten, ebenfalls gynomonözischen, der zuerst weiblich war, dann etwas Pollen brachte ($\frac{16}{2}$), und 4 ($\frac{16}{1}$, $\frac{16}{3}$, $\frac{16}{4}$, $\frac{16}{5}$), die rein weiblich gefunden wurden.

Die eine weibliche Pflanze von Versuch 5 war auch mit dem Pollen eines Stockes von *Cirsium Erisithales* bestäubt worden — einer Art, von der ich nur Zwitter gesehen habe — und gab (1912) 14 Bastarde, die unter sich nahezu gleich aussahen. 6 waren zwittrig und 8 waren weiblich. Im folgenden Jahre blühten noch zwei Pflanzen, beide weiblich.

Mit den Pflanzen der Versuche 12 und 16 wurden umfangreiche Bestäubungen gemacht, und aus den so erhaltenen Ernten größere Nachkommenschaften aufgezo-gen. Es handelte sich dabei vor allem darum, festzustellen, ob dasselbe Weibchen mit dem Pollen verschiedener Zwitter dieselbe Nachkommenschaft geben würde oder eine deutlich verschiedene, ferner darum, ob verschiedene Weibchen mit dem Pollen einer und derselben Zwitterpflanze

¹⁾ Weiß waren nur die Blumenkronen, die Köpfchenhüllblätter dagegen ebenso anthozyanhaltig wie die der rotblühenden Sippe.

eine gleiche oder eine verschiedene Nachkommenschaft bilden würde. Speziell sollte geprüft werden, ob ein Weibchen, das aus der Nachkommenschaft einer Zwitterpflanze stammte, sich anders verhielte, als ein Weibchen, das von einem Weibchen abstammte.

Leider fiel im Winter 1913/14 ein sehr großer Teil der Rosetten der Wühlmaus zum Opfer, so daß ich zur Blütezeit wieder nicht über so große Zahlen verfügte, als ich gehofft hatte. Tabelle 8 gibt die Resultate; drei Versuche, bei denen die Individuenzahl 10 nicht erreichte, sind ganz weggelassen worden. Zur Beurteilung der Pollenproduktion wurde stets ein Teil jeder Pflanze mit Pergamin gesäckt und diese Säcke fünfmal nachgesehen, wobei freilich nicht alle Pflanzen ebensooft blühend angetroffen wurden. Doch konnte weitaus die Mehrzahl mindestens dreimal revidiert werden. Es hatte sich schon bei früheren Versuchen herausgestellt, daß dieses wiederholte Nachsehen der Gynomonözie wegen durchaus nötig ist. Die Pflanzen, die nicht rein zwittrig oder rein weiblich gefunden worden waren, wurden bei der Zusammenstellung der Tabelle in drei Klassen gebracht: 1. überwiegend zwittrig, 2. überwiegend weiblich, 3. beides etwa gleich stark. Die Notizen selbst enthalten ausführlichere Angaben, die, so gut es gehen wollte, in die drei Klassen gepreßt wurden, damit die Tabelle nicht zu unübersichtlich ausfiele.

Zunächst zeigt die Tabelle, daß von den vier untersuchten Zwitterpflanzen drei auch Weibchen hervorbrachten, eine (Vers. 24) sogar relativ viel (27 Prozent), stets neben Individuen, die mehr oder weniger stark gynomonözisch waren. Wenn bei der Nachkommenschaft des vierten Zwitters (Vers. 25)

Tabelle 8.

Nr. des Versuchs	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	♀ 12/5 selbst	♀ 12/6 selbst	♀ × 12/12	♀ × 12/5	♀ × 12/6	♀ 12/12 selbst	♀ 12/13 selbst	♀ × 16/1 12/5	♀ × 12/12	♀ × 16/2 12/6	♀ × 16/2 selbst	♀ 16/3 12/6
I. zwittrig	17	1	29	28	26	18	26	26	23	15	7	20
in Prozent	42	12	46	41	53	82	63	41	41	44	10	61
II. überwiegend zwittrig	8	4	11	5	21	2	.	.	2	9	6	.
III. zwittrig und weiblich	2	1	3	.	.	.	3	2	.	.	37	.
IV. überwiegend weiblich	2	2	.	3	1	1	7	.	2	1	4	.
II.—IV. in Prozent	30	88	22	12	44	14	25	3	7	29	70	0
V. weiblich	11	.	20	32	1	1	5	35	29	9	13	13
in Prozent	27	0	31	47	2	5	12	56	52	26	19	39
Gesamtzahl	40	8	63	68	49	22	41	63	57	34	67	33

die Weibchen fehlen, so ist daran wahrscheinlich nur die geringe Individuenzahl schuld; gynomonözische Nachkommen waren reichlich vorhanden. Die Weibchen brachten ebenfalls stets Zwitter hervor, neben gynomonözischen Pflanzen, und zwar auffallend viel, zwischen 40 und 50 Prozent, also viel mehr, als die Zwitter Weibchen gaben. Dagegen stellte sich, vielleicht nur zufällig, kein wesentlicher Unterschied heraus, ob es sich um ein Weibchen handelte, das von einer Zwitterpflanze abstammte (Vers. 26—28), oder um ein Weibchen, das zur Nachkommenschaft eines Weibchens gehörte (Vers. 31, 32), wenigstens dann, wenn der gleiche Pollen zur Bestäubung verwendet wurde.

Auch die Herkunft des Pollens hatte keinen großen Einfluß; nur die Bestäubung mit einer Zwitterpflanze ($12/6$) hatte, nach Versuch 28 und 35 zu urteilen, eine stärkere Verschiebung nach der Seite des Zwittertums hervorgerufen als die mit den anderen Zwittern.

Die gynomonözische Pflanze ($16/2$) endlich, die zuerst rein weiblich gewesen war, dann aber einige Köpfe mit etwas Pollen getragen hatte, brachte bei Selbstbefruchtung etwas mehr als 70 Prozent von ihresgleichen hervor, daneben 19 Prozent weibliche und 10 Prozent zwittrige Nachkommen (Vers. 34). Nach der Bestäubung mit dem Pollen eines Zwitters ($12/6$) fanden sich dagegen sehr viel mehr zwittrige Nachkommen, 44 Prozent statt der 10 Prozent, und etwas mehr Weibchen, 26 Prozent statt 19 Prozent, was letzteres noch innerhalb der Fehlergrenze liegt, daneben nur 30 Prozent (statt 70 Prozent) gynomonözische Individuen, und bei diesen selbst trat ein stärkeres Vorwiegen der pollenreicheren Individuen gegenüber jenen hervor, die mit mäßig oder wenig Pollen versehen waren (Vers. 33).

Es sei noch eine zweite Versuchsreihe angeführt, in der auch eine Bastardierung vorkommt.

Von einem Weibchen des Versuches 2 (S. 842) waren (1909) Früchtchen geerntet worden, die durch den Pollen seiner zwittrigen Geschwister entstanden waren (als versucht worden war, durch Mischbestäubung den Bastard *Cirsium palustre* ♀ + *arvense* ♂ zu erhalten). Sie ergaben (Vers. 8) 6 ± zwittrige und 1 weibliche Pflanze, die zu weiteren Bestäubungsversuchen verwendet wurde. Mit dem Pollen dreier ihrer zwittrigen Geschwister gab sie das erste Mal (Vers. 20) 1 zwittrige, 2 gynomonözische und 2 weibliche Pflanzen, das zweite Mal (Vers. 21) 8 zwittrige und 4 weibliche, das dritte Mal (Vers. 22) 2 zwittrige und 4 weibliche. Endlich war sie auch noch mit dem Pollen des zwittrigen *Cirsium canum* bestäubt worden, woraus 9 Bastarde, alle unter sich wenig verschieden und alle weiblich, hervorgingen. Die letzte Zahl ist zu klein, als daß man daraus mit einiger Sicherheit auf einen Einfluß der Herkunft des Pollens auf das Geschlecht der Nachkommen schließen dürfte.

Zusammenfassend können wir sagen: Für *Cirsium palustre* ist charakteristisch:

1. daß die Weibchen neben ihresgleichen stets noch eine größere Anzahl mehr oder weniger zwittriger Nachkommen hervorbringen, oft relativ viele rein zwittrige (nicht [fast?] lauter weibliche, wie *C. oleraceum*);

2. daß die Nachkommenschaft der gynomonözischen Pflanzen vorwiegend aus ihresgleichen besteht, obschon daneben auch einige Zwitter und Weibchen gebildet werden (nicht vorwiegend aus Weibchen, wie bei *Cirsium oleraceum*);

3. daß auch die Zwitter neben gynomonözischen Stöcken wohl immer Weibchen, oft ziemlich viel, hervorbringen (was bei *C. oleraceum* mindestens seltener ist).

Schließlich mag noch darauf hingewiesen werden, daß bei den genauer untersuchten gynomonözischen Exemplaren des *Cirsium palustre* sehr oft schon die ersten Köpfchen eines Sprosses, das terminale und die folgenden, zwittrig waren, worauf dann nach unten noch weibliche folgten, während, wie wir sahen, bei dem gynomonözischen *C. oleraceum* die ersten Köpfe gewöhnlich weiblich waren, die folgenden mehr oder weniger zwittrig und die letzten wieder weiblich.

4. *Cirsium Velenovskyi*.

Diese Art gehörte in den Formenkreis der *Cirsium eriophorum* und wird wohl mit der Subspezies *Velenovskyi* (Vand). PETR.¹⁾ identisch sein. Das Saatgut stammte von Haage und Schmidt. Die Pflanzen waren bei mir immer streng zweijährig. Zur Blüte kam 1911 ein zwittriges und ein gynomonözisches, nur sehr wenig Pollen bildendes Exemplar. Hier waren die ersten Köpfe rein weiblich; bei den gynomonözischen Köpfen fand ich die pollenführenden Blüten mehr am Rande und die weiblichen gegen die Mitte.

Von den 5 durch Selbstbestäubung erzielten Nachkommen des zwittrigen Exemplares blühten 1914 3 normal zwittrig, mit viel Pollen, und 2 weiblich.

Die gynomonözische Pflanze gab, nachdem die Selbstbestäubung, so gut es gehen wollte, durchgeführt worden war, 9 Nachkommen, 8 davon wurden nur weiblich gefunden, eine hatte etwas Pollen ausgebildet. Die Früchtchen dagegen, die ich durch Bestäubung eines (nahezu) rein weiblichen Kopfes mit dem Pollen der Zwitterpflanze erzielt hatte, gaben 44 Nachkommen. 13 von diesen hatten Köpfchen mit viel bis mäßig viel Pollen; 18 dagegen gar keinen Pollen. Der Rest, 13 Pflanzen, bestand aus gynomonözischen Übergängen, von Individuen, deren Köpfe ziemlich wenig Pollen enthielten, über solche mit wenig und mit sehr wenig Pollen bis zu solchen mit nur Spuren

¹⁾ F. PETRAK, Der Formenkreis des *Cirsium eriophorum* (L) SCOP. in Europa. Bibl. Botan. Heft 78, S. 27, 1912.

von Pollen¹⁾). Dabei waren die gegen den Rand des Köpfchens stehenden Blüten stärker zwittrig als die im Zentrum des Köpfchens (z. B. „außen ziemlich viel, innen fast kein Pollen“, oder „außen sehr wenig, innen kein Pollen“ oder „außen viel, innen wenig Pollen“), wie wir es schon für die gynomonözische Stamm-pflanze gefunden hatten.

Um die Pollenbildung besser beurteilen zu können, waren zwei, zuweilen auch mehr Köpfe an jeder Pflanze vor dem Aufblühen mit Pergaminbeuteln gesäckt worden, so daß kein Pollen verlorengehen konnte, und es wurde auch wiederholt nachgesehen. Trotzdem haben die obigen Angaben, besonders was die Abstufung der gynomonözischen Individuen anbetrifft, nur Näherungswert. Das Material ist aus verschiedenen Gründen, vor allem weil es zweijährig ist, wenig günstig. So viel ist aber schon sicher, daß bei der gynomonözischen Pflanze die Herkunft des Pollens von Einfluß auf das Geschlecht der Nachkommen ist; denn sie hat mit ihrem eigenen Pollen fast nur Weibchen, mit dem Pollen einer Zwitterpflanze dagegen höchstens die Hälfte Weibchen gegeben.

Alle Versuche, Bastarde mit *Cirsium arvense*, *bulbosum*, *palustre*, *oleraceum* und *Erisithales* herzustellen, schlugen fehl. Es wurden zwar Früchte, zum Teil von normaler Größe, ausgebildet, sie waren aber immer völlig taub.

Das Verhalten der einzelnen gynodiözischen Arten ist nach dem Vorstehenden sehr deutlich verschieden. Zum mindesten läßt sich ein Typus *oleraceum* und ein Typus *palustre* unterscheiden.

Bei dem Typus *oleraceum* ist dasselbe merkwürdige Problem gegeben wie beim Bohnenkraut (*Satureia hortensis*)²⁾. Die Keimzellen der weiblichen Pflanze geben ausschließlich oder nahezu ausschließlich weibliche Nachkommen, obschon sie von den männlichen Keimzellen der zwittrigen Pflanzen befruchtet werden müssen. Die von diesen Keimzellen mitgebrachte, sicher abweichende Geschlechtstendenz bleibt ohne Wirkung und wird immer und immer wieder, Generation für Generation, verschluckt, ohne daß sich etwas an dem Keimplasma der Weibchen ändern würde. Daß die Tendenz der zwittrigen Keimzellen an materielle Teilchen gebunden sein muß, ist sicher. Irgendwie muß deshalb für ihre Beseitigung gesorgt sein.

Ich muß gestehen, daß mich dies Verhalten schon an der bisher vertretenen Annahme zweifeln ließ, daß die männlichen und weiblichen Keimzellen einer Zwitterpflanze — neben ihrer für die gegenseitige Vereinigung nötigen verschiedenen physiologischen Stimmung — die gleiche, zwittrige Vererbungstendenz hätten. Dürfte man annehmen:

¹⁾ Gemeint ist hier — wie stets — Pollen, der aus den Antheren entleert und vom Griffel mitgenommen wird.

²⁾ Vgl. die Anmerkung auf S. 841, Anm. 1.

1. daß die Pollenkörner der Zwitterpflanze männliche, die Eizellen weibliche Tendenz hätten, und die Zwitterigkeit als Mosaik herauskäme,

2. daß dies Mosaik bei der Bildung der Sexualorgane auch dafür sorgen würde, daß die männliche Tendenz nur noch in den Pollenkörnern, die weibliche nur noch in den Eizellen vorhanden wäre,

3. daß die Entfaltungskraft dieser Tendenz in den Eizellen der phylogenetisch jüngeren, weiblichen Pflanze stärker wäre als in den Eizellen der phylogenetisch älteren Zwitterpflanze, so daß sie mit den Pollenkörnern der Zwitterpflanze nicht mehr Zwittermosaik, sondern Weibchen gäben, so ließe sich das Verhalten erklären.

Dann würde die weibliche Pflanze die vom Vater herstammende Tendenz in die abortierenden männlichen Keimzellen bzw. Staubgefäße bringen können, wo sie ausgeschaltet wäre, und die starke weibliche käme wieder in die Eizellen, wo sie das Geschlecht der nächsten Generation bestimmen würde.

Trotzdem ich keine bessere Deutung für das Verhalten des Gynodiözisten vom Typus des *Cirsium oleraceum* weiß, und trotzdem einige Angaben von E. R. SAUNDERS und von DE VRIES auf einen Unterschied im erblichen Verhalten der männlichen und weiblichen Keimzellen bei Zwittern hinzuweisen scheinen, kommen mir doch immer wieder die Gründe, die mich zur Annahme einer gleichen, zwitterigen Tendenz in den Pollenkörnern und Eizellen geführt haben, so viel zwingender vor, daß ich an ihnen festhalten muß.

Das *Palustre*-Typus (nicht der *Oleraceum*-Typus) läßt sich als phylogenetische Vorstufe der völligen Geschlechtertrennung, wie sie bei *Cirsium arvense* nahezu erreicht ist, auffassen.

Wir dürfen bei beiden gynodiözischen Arten, bei *C. oleraceum* sowohl wie bei *C. palustre*, annehmen, daß bei den Weibchen die Keimzellen die Tendenz haben, wieder weibliche Nachkommen zu geben.

Bei *C. oleraceum* ist die Tendenz so stark, daß sie durch den Hinzutritt der männlichen Keimzellen der Zwitterpflanzen nicht geändert wird, und nur Weibchen entstehen.

Bei *C. palustre* dagegen wird sie in etwa der Hälfte der Fälle in die zwitterige abgeändert, so daß neben den Weibchen auch Zwitter in der Nachkommenschaft vorhanden sind. Schuld daran müssen die männlichen Keimzellen der Zwitter sein, die die Befruchtung ausführen; ein Teil läßt die Tendenz der Keimzellen der weiblichen Pflanzen unverändert, ein Teil verursacht das Entstehen der Zwitter. (Daß die männlichen Keimzellen der Zwitter die Fähigkeit haben, die Bildung von Zwittern zu veranlassen, lehrt der Versuch 33, Tabelle 8, mit der gynomonözischen Pflanze, wenn wir sein Ergebnis mit dem des Versuches 34 derselben Tabelle vergleichen.) Wir können nun annehmen, ein Teil der Keimzellen des Zwitters (der schon durch die Weibchen in seiner

Nachkommenschaft als nicht rein zwittrig in seiner Vererbungstendenz charakterisiert ist) habe weibliche Tendenz bekommen. Dieser Teil läßt die gleiche Tendenz in den Keimzellen der Weibchen unverändert. Der andere Teil habe die zwittrige Tendenz behalten; er ruft die Zwitter unter den Nachkommen der Weibchen hervor.

Würde nun, unter Beibehaltung der größeren Entfaltungstärke, diese zwittrige Tendenz in die männliche abgeändert werden, so würde die Nachkommenschaft aus Weibchen und aus Männchen (statt aus Weibchen und Zwittern) bestehen, und es wäre das Verhalten des getrenntgeschlechtigen *Cirsium arvense* und der getrenntgeschlechtigen höheren Pflanzen überhaupt gegeben.

Wegen der verschiedenen hypothetischen Elemente, die diese Ableitung immer noch enthält, sei sie hier nicht näher ausgemalt. Das Gesagte wird genügen, um zu zeigen, wie sich das Verhalten der getrenntgeschlechtigen Arten — in einem Teil der Fälle — vom Verhalten der Gynodiözisten ableiten läßt.

Zusammenstellung der Hauptergebnisse.

1. *Cirsium arvense* ist weder gynodiözisch noch rein getrenntgeschlechtig, sondern besteht aus rein weiblichen und fast rein männlichen, gewöhnlich nur noch ganz wenig zwittrigen Stöcken.

2. Die Zahl der Zwitterblüten ist von Stock zu Stock verschieden und erreicht nur sehr selten die Höhe, daß durchschnittlich ein Früchtchen auf das Köpfchen kommt. Die meisten Früchtchen sind taub; es gibt aber welche darunter, die keimfähig sind.

3. Aus diesen geschlechtlich entstandenen Früchtchen der fast rein männlichen Pflanzen gehen außer Männchen auch verhältnismäßig zahlreiche Weibchen hervor.

4. *Cirsium arvense* ♀ + *oleraceum* ♂ ist in 50 Sämlingen rein weiblich gefunden worden, *Cirsium palustre* ♀ + *arvense* ♂ in einem Sämling ebenfalls weiblich. Es entspricht das den Ergebnissen der *Bryonia*-Versuche und zeigt, daß hier wie dort derselbe Modus der Geschlechtsbestimmung vorliegt, speziell, daß das weibliche Geschlecht homogametisch ist, und das männliche heterogametisch sein muß.

5. Die untersuchten gynodiözischen *Cirsium*-Arten (*C. acaule*, *oleraceum*, *palustre*, *Velenovskyi*) verhalten sich untereinander verschieden. Die Weibchen des *C. oleraceum* bringen z. B. nur Weibchen hervor, die Weibchen des *C. palustre* neben Weibchen auch viel Zwitter.

6. Das gynodiözische *Cirsium palustre* läßt sich auch hinsichtlich der Geschlechtsbestimmung als phylogenetische Vorstufe des *C. arvense* auffassen.

42. Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 51, S. 685—717. 1917.

I. Einleitung.

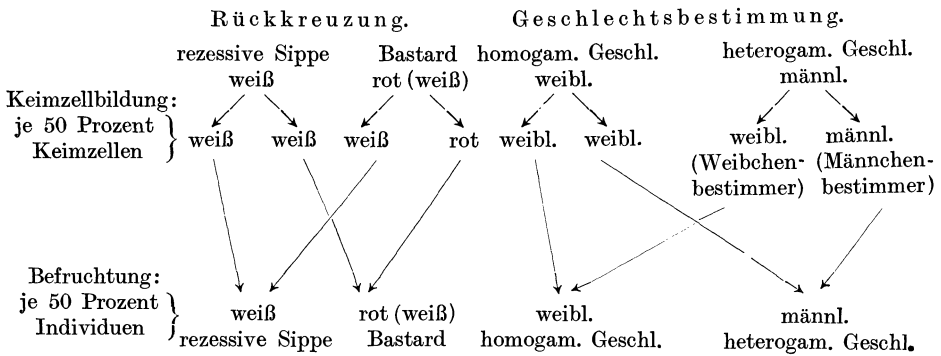
Die Untersuchungen des letzten Jahrzehntes haben gelehrt, daß die Geschlechtsbestimmung getrenntgeschlechtiger Arten zumeist so erfolgt: Das eine Geschlecht, meist das weibliche, bildet einerlei Keimzellen mit derselben, bestimmten Geschlechtstendenz¹⁾, es ist homogametisch (R. HERTWIG). Das andere Geschlecht, meist das männliche, bringt zweierlei Keimzellen hervor, die sich irgendwie, in der Art oder in der Stärke ihrer ebenfalls bestimmten Geschlechtstendenz unterscheiden; es ist heterogametisch. Von diesen Keimzellen läßt die eine Sorte nach der Befruchtung die Tendenz der Keimzellen des einen Geschlechtes unverändert, so daß wieder Individuen des homogametischen Geschlechtes entstehen. Die zweite Sorte ändert dagegen nach der Befruchtung die Tendenz der Keimzellen des einen (homogametischen) Geschlechtes so ab, daß Individuen des eigenen heterogametischen Geschlechtes hervorgehen. Wie das im einzelnen geschieht, ist für uns hier belanglos. Wir können, ohne uns auf irgendeine Theorie festzulegen, die eine Sorte Keimzellen „Männchenbestimmer“, die andere „Weibchenbestimmer“ nennen.

Diese „genotypische“ Form der Geschlechtsbestimmung findet sich in beiden Organismenreichen. Für das Tierreich brachten die zytologischen Untersuchungen über Geschlechtschromosomen und das experimentelle Studium der geschlechtsbegrenzten Vererbung den Beweis. Für das Pflanzenreich waren wir zunächst auf meine Bastardierungsversuche zwischen gemischt- und getrenntgeschlechtigen Arten angewiesen. Jetzt haben auch die Versuche anderer ein entsprechendes Resultat gegeben, vor allem bei *Melandrium*, wo G. H. SHULL unter anderm den ersten und bisher einzigen, von BAUR entdeckten Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung weiterverfolgt hat.

¹⁾ Nicht nur in dem getrenntgeschlechtigen Organismus, sondern auch in seinen Keimzellen sind stets die Anlagen (Potenzen) beider Geschlechter vorhanden. Dadurch, daß die Anlagen für das eine Geschlecht entfaltungsfähiger sind als die des andern, erhält die Keimzelle eine bestimmte Tendenz.

Daneben kommen einzelne Fälle andersartiger Geschlechtsbestimmung, wohl immer als besondere Anpassungen, vor. Besonders merkwürdig ist das Verhalten der *Bonellia viridis*. Hier konnte BALTZER den außerordentlich wichtigen Nachweis führen, daß fast oder ganz ausschließlich äußere Einflüsse, und zwar Ernährungsverhältnisse, entscheiden, ob eine Larve zu einem Weibchen oder zu einem Männchen wird oder mehr oder weniger zwittrig ausfällt. Die Geschlechtsbestimmung ist hier im wesentlichen oder rein epigam und „phänotypisch“. Ebenso merkwürdig ist das Verhalten des *Dinophilus apatris*, wenn dessen weibchengebendes Ei durch Verschmelzung einer größeren Eizelle mit mehreren kleineren ihresgleichen entsteht, während das männchengebende Ei aus einer Eizelle hervorgeht, die einzeln geblieben ist, und wenn es nach VON MALSEN (1906) von der Temperatur abhängt, ob und wieviel Eizellen („Eikeime“) verschmelzen, so daß durch Wärme mehr Weibchen, durch Kälte mehr Männchen zu erzielen sind, als bei Zimmertemperatur entstehen.

Den gewöhnlichen Fall „genotypischer“ Geschlechtsbestimmung kann man in völlige Parallele bringen mit der Rückkreuzung eines einfachsten mendelnden Bastardes, eines sogenannten Monohybriden, mit seinem rezessiven Stammelter:



Bei beiden Vorgängen fällt, wie man fast allgemein annimmt, die Entscheidung über das Verhalten der Keimzellen — wenn ihrer zweierlei gebildet werden — bei der Reduktionsteilung. Zumeist tritt sie folglich bei der Teilung der Spermatozyten der Tiere und der Pollenmutterzellen der höheren Pflanzen ein, wenn das weibliche Geschlecht aber heterozygotisch ist, wie bei den Schmetterlingen, bei der Eireifung. Zwingend bewiesen ist das im Tierreich für jene Fälle, wo deutlich erkennbare Geschlechtschromosomen vorhanden sind. Im Pflanzenreich, wo solche bisher stets vergeblich gesucht wurden, ist man auf den Analogieschluß angewiesen, wenn nicht Versuche, wie sie

STRASBURGER bei *Helodea* eingeleitet, aber nicht vollendet hat, den Beweis bringen, oder Beobachtungen, wie sie wieder STRASBURGER an *Sphaerocarpus terrestris* gemacht hat, als solcher angesehen werden können.

Erfolgt die Entscheidung wirklich bei einer Kernteilung, so müssen die beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes, wie die eines einfachsten mendelnden Bastardes, in genau gleicher Zahl, also im Verhältnis 1 : 1, entstehen. Danach wäre zu erwarten, daß bei getrenntgeschlechtigen Wesen auch die beiderlei Geschlechter im selben Verhältnis 1 : 1 gebildet würden — wie bei der Rückkreuzung eines mendelnden Bastardes mit seinem rezessiven Elter auf ein Individuum mit dem rezessiven Merkmal durchschnittlich ein Individuum mit dem dominierenden oder dem Bastardmerkmal kommt. In dem Schema auf S. 850 ist das bereits angenommen.

Dieses durch den eigentlichen Geschlechtsbestimmungsmechanismus gegebene Verhältnis der Geschlechter könnte man das „primäre“ oder „ideale“ nennen, wenn diese Ausdrücke nicht schon in anderem Sinne gebraucht worden wären (für das Verhältnis der künftigen Männchen und Weibchen unter den eben befruchteten Eizellen). In Ermanglung einer besseren Bezeichnung wollen wir es fernerhin als das mechanische Geschlechtsverhältnis bezeichnen.

In Wirklichkeit zeigt sich dieses mechanische Geschlechtsverhältnis nicht oder höchstens zufällig und annäherungsweise. Fast immer überwiegt, sobald wir die Geschlechter unterscheiden können, das eine oder das andere deutlich, oft sehr auffällig. Wir wollen es im folgenden das prävalente Geschlecht nennen.

Tier- und Pflanzenreich verhalten sich auch hierin ganz gleich. Für *Mercurialis annua* hat z. B. HEYER (1884) ein Verhältnis festgestellt: 100 ♀ zu 105,9 ♂, das wir auch beim Menschen wiederfinden; für den Hanf fand er dagegen 100 ♀ zu 86 ♂.

Das Geschlechtsverhältnis ist nun bekanntlich auch bei ein und derselben Art nicht immer das gleiche. Zunächst fällt es verschieden aus, je nach dem Entwicklungsstadium der Individuen, auf dem es festgestellt wird. Am bekanntesten ist, daß beim Menschen mehr Knaben als Mädchen geboren werden (in Mitteleuropa etwa 106 auf 100 Mädchen), daß bei den befruchteten Keimzellen das Verhältnis noch stärker zugunsten der Knaben verschoben ist (mindestens 116,4 ♂ auf 100 ♀, AUERBACH 1912), daß aber vor der Geburt und bei und nach ihr mehr Knaben als Mädchen zugrunde gehen, so daß später das Verhältnis 1 : 1 hergestellt wird, und schließlich das weibliche Geschlecht überwiegt.

Aber selbst wenn wir dieselben Entwicklungsstadien vergleichen, erhalten wir bei ein und derselben Art nicht immer dasselbe Verhältnis der beiden Geschlechter; es können sich auch Sippen derselben Art darin unterscheiden.

Es sei wieder ein Beispiel vom Menschen genommen. Während für die weiße Bevölkerung der Vereinigten Staaten Nordamerikas das Zahlenverhältnis der Geburten annähernd das gleiche ist wie in Mitteleuropa, also etwa 100 ♀ zu 106 ♂, überwiegt (nach NEWCOMB, 1904, S. 8) bei der farbigen Bevölkerung deutlich das weibliche Geschlecht. — Ja, es kommt offenbar vor, daß in derselben Sippe Individuen sich nur dadurch von anderen, ihnen sonst gleichen unterscheiden, daß sie ein anderes Geschlechtsverhältnis geben (S. 862).

Endlich hat die Statistik die Abhängigkeit des Geschlechtsverhältnisses von mancherlei anderen Einflüssen bewiesen oder behauptet. Beim Menschen ist es z. B. bei den älteren Erstgebärenden noch stärker zugunsten der Knaben verschoben, während umgekehrt bei den unehelichen Geburten die Mädchen zahlreicher als sonst sein sollen¹⁾.

Man hat nun diese tatsächlich vorhandenen, oft sehr auffälligen Abweichungen der Geschlechter vom Verhältnis 1 : 1 mehrfach gegen die Richtigkeit der modernen Auffassung der Geschlechtsbestimmung, wie wir sie oben kennen gelernt haben, ins Feld geführt (DE MEIJERE, 1911, S. 723, BRUNNELI, 1915, S. 40 usw.)²⁾. Natürlich erfordern sie auch eine Erklärung. Schon in meiner ersten einschlägigen Veröffentlichung habe ich aber darauf hingewiesen (1907, S. 53, BORNTRÄGER daß auch bei mendelnden Bastarden ganz auffällige Abweichungen der tatsächlich beobachtbaren Zahlen von den theoretisch zu fordernden vorkommen, und daß das dann auf einer größeren Eignung der einen Art von Keimzellen zur Befruchtung beruht. Mit anderen Worten: es kann eine Konkurrenz zwischen den verschiedenen Keimzellsorten stattfinden, die sich dann nicht nur in ihrer Anlagengarnitur für den Embryo und die daraus erwachsende Pflanze unterscheiden, sondern auch in ihrem physiologischen, die Befruchtung ermöglichenden Verhalten. Bei einem einfachsten spaltenden Bastard zwischen zwei Sippen höherer Pflanzen könnte z. B. die eine Sorte Pollenkörner ihre Keimschläuche durchschnittlich etwas rascher bilden als die andere Sorte, folglich die Spermakerne durchschnittlich früher zu den Eizellen bringen und so eine bestimmte Kombination der männlichen und weiblichen Keimzellen durchschnittlich häufiger ermöglichen als andere.

Ich darf wohl nochmals auf den ersten derartigen Fall (1902, S. 159, G. A. 9, 287) kurz eingehen. Der gewöhnliche Mais hat glatte Körner, der Zuckermais Körner, die beim Austrocknen runzlig werden. Die Bastardkörner sind glatt. In der 2. Generation tritt Spalten ein. Gewöhnlich zeigt sich dabei das normale Ver-

¹⁾ Zahlreiche solche Angaben findet man bei DÜSING (1884), NEWCOMB (1904) bis zu VARETING (1917).

²⁾ Ich weiß nicht, ob schon für die klassischsten Objekte für Geschlechtschromosomen, *Protenor*, *Lygaeus* usw., das Geschlechtsverhältnis festgestellt worden ist. Es wäre von Interesse, besonders wenn es vom mechanischen Verhältnis stärker abwicke.

hältnis: 3 glatt zu 1 runzlig, also 75 Prozent zu 25 Prozent. Ich fand nun zwei Sippen, deren Bastard in der 2. Generation etwa 84 Prozent glatte und nur 16 Prozent runzlige Körner gab. Man hätte da zunächst denken können, die beiderlei Keimzellen mit den Anlagen für „glatt“ und „runzlig“ würden in einem anderen Verhältnis als dem normalen (1 : 1) gebildet. Als aber der Bastard statt mit eigenem Pollen, mit dem der rezessiven, runzelkörnigen Elternsippe bestäubt wurde, gab er ganz normal 50 Prozent glatte und 50 Prozent runzlige Körner. Hier war eben die Konkurrenz unter den Pollenkörnern ausgeschlossen; es stand nur einerlei Pollen zur Verfügung. Wurde dagegen umgekehrt die Elternsippe mit runzlichen Körnern mit Pollen des Bastardes bestäubt, so waren wieder zweierlei Pollenkörner in Tätigkeit, und die Konkurrenz konnte sich geltend machen. Es traten dann auch in der Tat zu wenig, statt 50 Prozent nur 42 Prozent, runzlige Körner auf.

Wichtig ist, daß sich in diesem Falle also zwingend zeigen ließ, daß beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl funktionsfähig gebildet wurden, daß sich also die Konkurrenz unter ihnen erst sehr spät, sozusagen im letzten möglichen Augenblick, geltend machte. So gut wie die Keimzellsorte mit der Anlage für eine bestimmte Ausbildung der Früchte eines Maisbastardes könnte aber auch die eine Sorte Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes funktionstauglicher sein als die andere. Später haben dann SCHLEIP (1912, S. 306) und FRITZ LENZ (1912, S. 569) in sinnreicher Weise die Chromatinmenge mit dem Geschlechtsverhältnis in Verbindung gesetzt und so die Bevorzugung der einen Sorte Keimzellen auch wirklich zu erklären versucht. Die mit dem Geschlechtschromosom beschwerten Spermien (die Weibchenbestimmer) sollten weniger beweglich und deshalb weniger erfolgreich sein, als die ohne Geschlechtschromosom (die Männchenbestimmer). Diese Annahme kann natürlich nur auf einen Teil der Fälle angewendet werden. Sie versagt, wenn bei einem Männchenüberschuß das weibliche Geschlecht heterogametisch ist, also nur eine Art Spermien gebildet werden (Schmetterlinge), ferner, wenn das männliche Geschlecht zwar heterogametisch ist, aber das weibliche in der Überzahl auftritt; endlich überall da, wo die Heterogamete ohne erkennbare Unterschiede in den Chromosomengarnituren auftritt, z. B. im ganzen Pflanzenreich.

Das Gegenstück dazu, daß die beiderlei Keimzellen in gleicher Zahl funktionsfähig gebildet werden, sich aber in ihrem physiologischen Verhalten unterscheiden, sind jene nur aus dem Tierreich bekannten Fälle, wo von den zwei in genau gleicher Zahl angelegten männlichen Keimzellen die eine Sorte zugrunde geht oder ganz funktionslos wird. Ich brauche hierfür nur auf BOVERIS und SCHLEIPS Untersuchungen an *Angiostoma (Rhabdonema) nigrovenosum* hinzuweisen, wo bei der geschlechtlichen Generation die eine Sorte Spermatozoen (die Männchenbestimmer ohne Geschlechtschromosom)

nicht funktioniert, die andere Sorte die als Zwitter ausgebildeten Weibchen der ungeschlechtlichen Generation gibt.

Zwischen diesen Extremen können alle möglichen Übergänge gedacht werden. Es könnte nur ein Teil der einen Sorte Keimzellen zugrunde gehen oder bei der einen Sorte ein größerer Teil als bei der anderen.

Außer durch die Konkurrenz unter den Keimzellen des heterogametischen Geschlechts und durch den teilweisen oder ganzen Ausfall der einen Sorte Keimzellen könnte die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis auch durch eine mehr oder weniger weitgehende Änderung der Tendenz der Keimzellen, entweder nur in ihrer Stärke (Valenz) oder auch in ihrer Art, verursacht sein. So weist SCHLEIP (1912, S. 306) darauf hin, daß das den weibchenbestimmenden Spermien zukommende Mehr an x-Substanz (der Geschlechtschromosomen) zuweilen unter dem Einfluß gewisser stets vorhandener äußerer Bedingungen seine Wirksamkeit verlieren könnte, oder daß dasselbe mit dem entsprechenden Chromatinbestandteil im Ei geschehen könnte, so daß ein Männchen entstehe, obwohl das befruchtende Spermium ursprünglich ein weibchenbestimmendes gewesen wäre.

Ein verschiedenes Geschlechtsverhältnis kann natürlich auch dann herauskommen, wenn wir in einem Elternpaar $A + B$ das eine Elter, z. B. B, durch ein Individuum C ersetzen, das eine andere Geschlechtstendenz besitzt. Einen solchen Erfolg haben schon meine Bastardierungen mit der getrenntgeschlechtigen *Bryonia dioica* und der gemischtgeschlechtigen *B. alba* und die Versuche mit der gynodiözischen (also aus Zwittern und Weibchen bestehenden) *Plantago lanceolata* gehabt. Er ist auch von R. HERTWIG bei der Kreuzung zwischen Fröschen von verschiedenen Lokalitäten erzielt worden, und vor allem hat R. GOLDSCHMIDT bei *Limantria dispar* eine ganz besonders auffällige Wirkung an sich verschiedener und verschieden starker „Geschlechtspotenzen“ nachgewiesen und untersucht (zuletzt 1916, S. 53).

Die Zahl der Möglichkeiten ist so groß, daß man nach einer übersichtlichen Einteilung suchen muß. Wir könnten die bekannte Terminologie, die V. HÄCKER für die Geschlechtsbestimmung überhaupt geprägt hat, auch hier verwenden und sagen: Die Ursachen der Verschiebung des mechanischen Geschlechtsverhältnisses 1 : 1 können entweder schon progam wirken (wenn z. B. die eine Art Keimzellen ganz oder teilweise zugrunde geht), oder syngam (wenn die eine Art Keimzellen bei der Befruchtung im Vorteil ist), oder epigam, besser metagam (wenn z. B. die Individuen des einen Geschlechts weniger resistent sind als die des anderen). Es können endlich auch Kombinationen dieser verschiedenen Möglichkeiten eintreten.

Vielleicht ist aber die folgende Einteilung besser. Wir verstehen dabei unter *Potenzen* mit *DRIESCH* und *KLEBS* die Gesamtheit dessen, was die Keimzelle und der Organismus unter den verschiedenen äußeren Bedingungen hervorbringen kann (Anlagen und Entfaltungsmechanismus), unter *Tendenz* jenen Teil der *Potenzen*, der entfaltungsfähig oder im Begriff ist, entfaltet zu werden, unter *Valenz* endlich die Stärke der Tendenz, also den Grad der Überlegenheit der entfaltungsfähigen oder sich entfaltenden *Potenzen* den übrigen gegenüber. Dann können wir sagen: Das Geschlechtsverhältnis könnte verschoben werden:

I. durch den Ersatz eines Elters im Elternpaar (A + B) durch ein anderes Individuum (C) mit anderen *Potenzen* oder anderer Tendenz oder anderer *Valenz*;

II. bei gleichbleibenden Eltern und damit gleichbleibenden *Potenzen* durch die Veränderungen der äußeren Bedingungen. Sie bewirken:

- A. eine Änderung der Tendenz schon bei den Keimzellen oder erst bei den aus ihrer Vereinigung entstehenden Zygoten (den neuen Individuen), indem z. B. die Entfaltung der zunächst geförderten männlichen *Potenzen* verhindert und die bisher unterdrückten weiblichen *Potenzen* entfaltungsfähig werden;
- B. eine Änderung der *Valenz* bei den Keimzellen, indem z. B. die Tendenz einer Keimzelle, die sich sonst nach der Befruchtung neben der entgegengesetzten Tendenz der anderen Keimzelle nicht hätte durchsetzen können, so viel stärker wird, daß nun sie zur Entfaltung kommt;
- C. eine Verschiebung der an sich verschiedenen Chancen schon der beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechts oder erst der beiderlei Zygoten (Individuen), ohne Änderung der Tendenz und *Valenz*. Dabei können die Keimzellen des heterogametischen Geschlechts entweder direkt oder indirekt (durch Beeinflussung der Keimzellen des homogametischen Geschlechts) getroffen werden.

Auch hier werden Ursachen aus den verschiedenen Gruppen zusammenwirken können, daß der Enderfolg, eine bestimmte Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis, herauskommt¹⁾.

¹⁾ Noch besser wäre es wohl, die Haupteinteilung danach zu treffen, ob die *Potenzen*, die Tendenz, die *Valenz* oder keines von den dreien geändert wird, und erst in zweiter Linie zu fragen, ob die Veränderung durch den Ersatz eines Elters durch ein neues Individuum oder durch äußere Einflüsse beim selben Elternpaar bedingt wird. Es sind rein praktische Gesichtspunkte, die mich zur Aufstellung des oben gegebenen Schemas veranlaßt haben. Bei dem tiefen Stand unserer Kenntnisse über die Ursachen der Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses wird sie brauchbarer sein.

Wie immer sich die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis im Einzelfalle erklären mag, auffallend bleibt, daß sie so häufig, fast regelmäßig, eintritt und oft so stark ist, während merkliche Abweichungen von dem theoretischen Verhältnis bei der Nachkommenschaft mendelnder Bastarde jedenfalls viel seltener sind, wenn sie auch ebenfalls bis zum völligen Verschwinden einer Individuenklasse gehen können. (Man denke an BAURS *Antirrhinum majus aureum* oder an CUÉNOTS gelbe Mäuse.) Nicht in ihrem Grade, sondern in ihrer Häufigkeit liegt also das Charakteristische der Abweichung beim Geschlechtsverhältnis. Es muß für die Reaktionen der Keimzelle irgendwie von größerer Bedeutung sein, daß sie männliche oder weibliche Geschlechtstendenz besitzt, als daß sie eine andere Anlage, sagen wir für gesägten Blattrand oder rote Blütenfarbe, überträgt.

II. Die neuen Versuche.

In jedem einzelnen Falle handelt es sich nun darum, auf experimentellem Wege nachzuweisen, welche von den verschiedenen möglichen Ursachen für das Zustandekommen des tatsächlich beobachtbaren Geschlechtsverhältnisses verantwortlich zu machen sind.

Die statistischen Erhebungen mit ihren vielfach sehr interessanten Ergebnissen können, so wichtig sie sind, doch nur die Richtung angeben, in der sich die Versuche bewegen müssen, sie nicht ersetzen. Denn sie erfassen gegebene Zustände des Materiales, deren Zustandekommen unbekannt oder doch ungewiß ist. Was kann nicht alles möglicherweise schuld daran sein, daß bei älteren Erstgebärenden der Knabenüberschuß noch größer ist als gewöhnlich?

Unter den Versuchen kommen hier jene nicht in Betracht, die darauf ausgehen, bei Organismen mit geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen, z. B. Rotatorien oder Daphniden, die eine oder andere Fortpflanzungsweise in die Hand zu bekommen und damit dann auch die Erzeugung von Männchen zu beherrschen. Ebenso schalten wir alle Versuche aus, bei denen durch Auswechslung eines Elters gegen ein anderes Individuum mit abweichendem Verhalten der Keimzellen das Geschlechtsverhältnis verschoben wurde. Dann bleibt als sicher erfolgreicher Versuch wohl nur noch R. HERTWIGS Befruchtung überreifer Froscheier übrig, bei der schließlich nur mehr Männchen entstanden, wenn die Deutung im einzelnen auch noch nicht ganz klar ist. (Auf die ebenfalls erfolgreichen Versuche von MALSSENS und BALTZERS habe ich eingangs [S. 850] hingewiesen. Da bei ihnen wohl eine ungewöhnliche, abgeleitete Art der Geschlechtsbestimmung beeinflußt wurde, scheiden sie hier aus.) Von den übrigen Angaben aber, daß es gelungen sei, in den Mechanismus der Geschlechtsbestimmung einzugreifen, hat bis jetzt keiner der kritischen Prüfung (durch HEYER, STRASBURGER, CUÉNOT,

O. SCHULTZE, SPRECHER und andere) standgehalten, so zahlreich und so bestimmt sie auch seit alter Zeit gemacht worden sind. Mit den nachfolgenden Untersuchungen werden diese Bemühungen wieder aufgenommen, nachdem theoretische Überlegungen, die an den schon erwähnten Maisversuch (S. 852) anknüpften, einen Erfolg nicht unmöglich erscheinen ließen.

Kommt die Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis durch die Konkurrenz unter den zwei Sorten Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes zustande, so muß sich eine Verschiebung des Verhältnisses erreichen lassen, wenn es gelingt, diese Konkurrenz herabzusetzen oder zu verschärfen.

Der einfachste Fall wäre, wenn die fertigen Keimzellen zwar noch alle befruchtungstauglich wären, die eine Sorte sich aber etwas im Vorteil befände, wenn also ein ganz ähnliches Verhalten vorläge, wie wir es oben für einen bestimmten Bastard zwischen zwei Maisrassen kennengelernt haben. Dann müßte sich je nach dem Zahlenverhältnis, in dem die Keimzellen des homogametischen Geschlechtes mit denen des heterogametischen zusammengebracht werden, das Geschlechtsverhältnis ändern. Und zwar müßte das „prävalente“ Geschlecht, das so wie so schon in der Überzahl ist, bei Steigerung der Konkurrenz noch mehr in den Vorteil kommen; bei ihrer Herabsetzung müßte auch sein Vorteil mehr und mehr ausgeglichen werden.

Nehmen wir den gewöhnlichen Fall an, daß das weibliche Geschlecht homogametisch, das männliche heterogametisch ist, und wählen wir eine höhere Pflanze als Versuchsobjekt. Dann würde also das Verhältnis zwischen der Zahl der befruchtungsfähigen Samenanlagen (mit je einer Eizelle) im Fruchtknoten und der Zahl der Pollenkörner (mit je einer generativen Zelle und je zwei Spermakernen), die auf die Narbe kommen, von Einfluß sein. Sind soviel Samenanlagen vorhanden, als Pollenkörner geboten werden, oder mehr Samenanlagen, so ist die Konkurrenz um die Eizellen soweit als möglich ausgeschaltet. Das dann beobachtbare Geschlechtsverhältnis der Nachkommenschaft muß sich dem mechanischen nähern oder ihm sogar entsprechen, wenn eine Konkurrenz, wie wir sie angenommen haben, die einzige Ursache der Abweichung war. Wird umgekehrt ein Überschuß von Pollenkörnern zur Bestäubung verwendet — das Mehrfache der Zahl der Samenanlagen im Fruchtknoten, und mehr als gewöhnlich durch Insekten, Wasser oder Wind auf die Narbe gelangt —, so ist die Konkurrenz um die Samenanlagen gesteigert, und das Zahlenverhältnis der Geschlechter muß sich bei der Nachkommenschaft noch weiter vom mechanischen Verhältnis entfernen, als es unter gewöhnlichen Verhältnissen tut.

Es ist vielleicht nicht ganz überflüssig, die Wirkung der Konkurrenz noch an einem fingierten Zahlenbeispiel zu zeigen. Wir nehmen an, die eine Sorte Pollenkörner ist imstande, durchgehends rascher wachsende Schläuche

zu bilden (also die befruchtenden Spermakerne rascher zu den Samenanlagen zu befördern), und zwar sollen ihre Schläuche in der Stunde 1 mm, die Schläuche der anderen Sorte Pollenkörner nur 0,9 mm zurücklegen. Beiderlei Sorten Pollenkörner sind so gut als irgend möglich (schon durch ihre Bildungsweise) gemischt und alle übrigen Bedingungen völlig gleich. Der Weg von der Stelle der Narbe, wo die Pollenkörner zum Keimen kommen, bis zu den Eizellen in den Samenanlagen des Fruchtknotens betrage 15 mm und es seien im Fruchtknoten 250 Samenanlagen vorhanden. Werden nun ebensoviel taugliche Pollenkörner (als 250) oder weniger zur Bestäubung benutzt, so ist der Unterschied in der Schnelligkeit der Schlauchbildung zwischen den beiden auf der Narbe in gleicher Zahl vorhandenen Pollensorten belanglos. Auch die langsameren Schläuche kommen, freilich mit einer Verspätung von etwa 2 Stunden, zum Ziel. Anders, wenn die Zahl der tauglichen Pollenkörner größer ist als die der Samenanlagen. Ist sie zweimal so groß oder noch größer, so kommen von den 500 oder mehr Körnern nur jene mit schneller wachsenden Schläuchen zur Befruchtung. Bei Pollenkornzahlen, die zwischen 250 und 500 liegen, können sich beide Sorten beteiligen, je größer die Pollenmenge aber wird, desto geringer wird die Zahl der Körner mit langsam wachsenden Schläuchen, die befruchten können.

Als Extreme würden sich auf der einen Seite, bei weniger als 250 Pollenkörnern, gleichviel männliche und weibliche Nachkommen ergeben, auf der andern Seite, bei mehr als 500 Pollenkörnern, ausschließlich weibliche.

Hierbei haben wir stillschweigend angenommen, daß die beiderlei Pollenkörner sich durch die Schnelligkeit der Schlauchbildung oder des Schlauchwachstums scharf unterscheiden und an derselben Stelle der Narbe, also gleich weit vom Ziele der Pollenschläuche, zum Keimen kommen. Es bleibt sich aber auch alles gleich, wenn sie in verschiedener Entfernung vom Ziele angebracht, z. B. über die ganze Länge einer fadenförmigen Narbe verteilt werden, sobald nur eine genügend große Zahl aufgetragen wird, oder die Zahl der Versuche genügend hoch ist. Es bestimmt dann nur der Zufall die Verteilung der beiderlei Körner; diese selbst sind schon, wie bereits betont, gut genug durcheinander gemischt. Ebenso bleibt alles gleich, wenn die Schnelligkeit, mit der die Pollenschläuche wachsen, bei jeder Sorte schwankt, so daß, um bei unserem Beispiel zu bleiben, 1,0 und 0,9 mm nur Mittelwerte sind, solange die Variationsbreite im Verhältnis zur Differenz nicht zu groß und die Pollenmenge nicht zu klein ist. Wird die Breite zu groß und die Menge zu klein, so können die schneller wachsenden Schläuche der langsameren Pollensorte die langsamer wachsenden der schnelleren Sorte überholen, wie bei dem weiter oben ins Auge gefaßten Fall bei zu großen Schwankungen in der Entfernung der Pollenkörner vom Ziel und zu geringer Zahl der Körner

der Vorteil des rascheren Wachstums durch die Ungunst der Lage des Ausgangspunktes aufgehoben sein kann.

Ebenso wäre es anders, wenn sich die Schläuche der männchenbestimmenden und der weibchenbestimmenden Pollenkörner nicht bloß durch die Schnelligkeit ihres Vordringens, sondern auch dadurch unterschieden, daß die eine Sorte nicht so lang werden könnte als die andere, oder daß die Zeit, die den wachsenden Schläuchen zur Verfügung steht, für die eine Sorte nicht mehr immer ausreichte.

Von solchen naheliegenden Überlegungen ausgehend, habe ich eine Anzahl Versuche begonnen, von denen einer bereits ein positives Ergebnis geliefert hat. Zwar hat sich auch bei ihm erst etwas mehr als die Hälfte der Versuchspflanzen nach ihrem Geschlecht bestimmen lassen; trotzdem sind die Zahlen schon genügend groß für einen zwingenden Schluß, und da es fraglich ist, wieviel von den nicht blühenden Rosetten den Winter überstehen werden, teile ich ihn bereits jetzt mit.

Als Versuchsobjekte wurden *Melandrium album* und *M. rubrum* gewählt, vor allem, weil der Fruchtknoten hier eine relativ sehr große Zahl von Samenanlagen, etwa zwischen 300 und 500, enthält, was in mehrfacher Hinsicht Vorteile bietet gegenüber den anderen, sonst so häufig zu ähnlichen Versuchen verwendeten Objekten, wie dem Hanf mit je einer und *Mercurialis annua* mit je zwei Samenanlagen im Fruchtknoten. Dadurch ist man bei *Melandrium* eher in der Lage, die Pollenmenge im Verhältnis zur Zahl der Samenanlagen abzustufen, nachdem die Pollenkörner nun einmal wegen ihrer geringen Größe nicht wohl in abgezählten Mengen auf die Narben gebracht werden können. Daß jede Bestäubung gleich eine größere Zahl Nachkommen gibt, erleichtert außerdem vergleichende Versuche, bei denen alle übrigen Bedingungen, von einer Variablen abgesehen, möglichst gleich zu gestalten sind. Denn je weniger Bestäubungen schon die zur Entscheidung nötige Zahl von Nachkommen geben, desto eher fallen die Bedingungen bei den einzelnen Bestäubungen gleich aus. Vorteilhaft ist auch die Insektenblütigkeit, die die Isolierung der Versuchspflanzen erleichtert. Endlich war mir die Behandlung durch andere Versuche, die zum Teil schon mehr als 15 Jahre zurückliegen (1905, S. 255, G. A. Anhang), vertraut.

Seit GIROU DE BUZAREINGUES am Ende der 20er Jahre des verflossenen Jahrhunderts mit *Melandrium* experimentierte, hat es wiederholt zu Versuchen über Probleme der Geschlechtsbestimmung gedient, so HOFFMANN (1871), HEYER (1884), vor allem aber wiederholt STRASBURGER (1900, 1910), und zuletzt ganz besonders (seit 1910) G. H. SHULL. Sogar unsere besondere Frage, der Einfluß einer Bestäubung mit viel und mit wenig Pollen, ist hier

schon von STRASBURGER (1900, S. 764) geprüft worden, freilich nicht von unserem Gesichtspunkt aus, indem er einerseits den Pollen sämtlicher Antheren einer Blüte und andererseits den Pollen eines einzigen Staubfadens verwendete. Er erhielt im ersten Falle 120 Männchen und 152 Weibchen, im zweiten 116 Männchen und 146 Weibchen, also beide Male genau gleichviel Männchen, nämlich 44 Prozent¹). Ob dieselbe Mutterpflanze und derselbe Pollenlieferant verwendet wurden, wird nicht angegeben. Ein zweiter Bestäubungsversuch mit dem Pollen aus je einer einzigen Anthere gab 166 Männchen auf 169 Weibchen, also auffallend viel Männchen, 50 Prozent. Die Antheren waren teils ganz reif, teils unreif gewesen, ohne daß das einen Einfluß gehabt hätte. Die sechs Kapseln, deren Inhalt getrennt ausgesät worden war, hatten in Prozent 43, 57, 54 (reifer Pollen) und 49, 45, 47 (unreifer Pollen) Männchen hervorgebracht. Es fehlt der Kontrollversuch mit reichlicherer Bestäubung, so daß dahingestellt bleiben muß, ob hier wirklich ein Erfolg erzielt wurde. Bei einem dritten Versuch (1910, S. 446) wurde zu anderem Zwecke die Bestäubung mit noch weniger Pollen ausgeführt, nämlich mit Antherenscheibchen, von denen jedes nach STRASBURGER 150 bis 200 Pollenkörner enthalten haben mochte. Dabei entstanden aus 15 Früchten 376 Männchen und 659 Weibchen, also auffallend wenig Männchen, 36,3 Prozent. Auch hier fehlt ein Kontrollversuch, mit viel Pollen und den gleichen Eltern. Der letzte Versuch war mit *Melandrium rubrum*, die früheren mit *Melandrium album* ausgeführt worden.

Zunächst wollen wir einige Angaben zusammenstellen, die von den verschiedenen Forschern für das Geschlechtsverhältnis bei *Melandrium* gemacht worden sind, bis herab auf G. H. SHULL, dessen Ergebnisse besonders besprochen werden müssen²).

Aus der Tabelle I geht ohne weiteres hervor, daß zwar die verschiedenen Autoren zum Teil recht verschiedene Verhältnisse gefunden haben, daß aber derselbe Autor oft unter sich recht ähnliche Verhältnisse feststellen konnte. Am auffallendsten ist das bei den Zählungen STRASBURGERS, der bei 10 662

¹) Im Folgenden wird das Zahlenverhältnis der ♂ und ♀ in Prozenten der Gesamtzahl angegeben. Die übliche Methode, die Zahl des einen Geschlechtes gleich 100 zu setzen, ist, wie JOHANNSEN (1909, S. 95, Anm., 1913, S. 207, Anm.) mit vollem Recht hervorgehoben hat, für die Rechnung unbequem und sogar irreführend, weil die Gesamtzahl ja für jedes Verhältnis eine andere wird. Die geringen Vorteile verschwinden zudem, wenn, wie gewöhnlich, bald die Zahl der ♂, bald die der ♀ gleich 100 gesetzt wird — fast immer die des in geringerer Menge vorhandenen Geschlechtes.

²) Der mittlere Fehler (*m*) ist nur berechnet worden, wenn die Gesamtzahl größer als 1000 ist. Ob der Autor mit *Melandrium album* oder *rubrum* oder beiden gearbeitet hat, ist nicht immer ersichtlich. Beide Arten sind, wo die Gelegenheit zur Bastardierung fehlt, bei uns ganz scharf verschieden. Der Vermutung STRASBURGERS gegenüber, daß sie verschiedene Geschlechtsverhältnisse hätten, ist zuzugeben, daß der von ihm (1900 und 1910) beobachtete Unterschied kaum noch zufälliger Natur ist, aber zu betonen, daß, wie wir gleich sehen werden, die Unterschiede innerhalb jeder Art noch größer sein können.

Pflanzen aus der Umgebung Bonns 43,84 Prozent Männchen und bei seinen 11 904 Versuchspflanzen — wenn man sie, wie ich getan habe, alle zusammenrechnet¹⁾ — 43,75 Prozent Männchen gefunden hat. Die Differenz (0,09 Prozent) ist geringer als ihr mittlerer Fehler ($\pm 0,56$).

Tabelle 1.

Beobachter	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	m in Prozenten	Bezeichnung der Versuchspflanzen
GIROU DE BUZAREINGUES						
1831.	1151	522	629	54,6	1,47	} <i>Lychnis dioica</i>
1833.	2160	1088	1072	49,6	1,08	
H. HOFFMANN 1871. 1.	764	412	352	46	—	} <i>M. album</i> (<i>Lychnis vespertina</i>)
2.	891	494	397	45	—	
3.	173	114	59	33	—	
HEYER 1884.						
1. (ein Weibchen). . .	630	304	326	52	—	} <i>L. dioica</i>
2. (mehrere Weibchen)	1777	1020	757	42,6	1,17	
STRASBURGER 1900.						
1. Im Freien, S. 728.	10662	5989	4673	43,84	0,48	<i>M. album</i>
2. Versuchspflanzen:						
S. 724 {	315	173	142	45	—	<i>M. rubrum</i>
	331	187	144	44	—	„ <i>album</i>
S. 730 {	3645	2041	1604	44,0	0,82	„ „
	612	336	276	45	—	„ „
	577	337	240	42	—	„ „
S. 758	645	369	276	43	—	„ „
S. 759	1480	830	650	44	1,29	„ „
S. 760	2000	1140	860	43,0	1,11	„ „
S. 762	970	551	419	43	—	„ „
S. 763	321	186	135	42	—	„ „
S. 763	141	79	62	44	—	„ <i>alb. + rubr.</i>
	272	152	120	44	—	„ <i>album</i>
S. 764 {	260	146	114	44	—	„ „
	335	169	166	50	—	„ „
Alle Versuche zusammen	11904	6696	5208	43,75	0,45	„ „
MENDEL (CORRENS 1905.						
S. 241, G. A. Anhang).	203	151	52	26	—	„ <i>alb. + rubr.</i>
STRASBURGER 1910.						
S. 448. 1. Vers.-Pfl.	1035	659	376	36,3	1,49	„ <i>rubrum</i>
2. „ „	184	107	77	42	—	„ „

Die Unterschiede, z. B. die auffällig hohe Prozentzahl der Männchen bei den Versuchen GIROU DE BUZAREINGUES müssen in inneren Verschiedenheiten des Materiales begründet sein²⁾, wie sie ja längst, z. B. für den Hanf, bekannt sind, die Übereinstimmung darin, daß die Forscher für die verschie-

¹⁾ Einige wenige Versuche, die nur sehr kleine Zahlen gegeben hatten, sind in der Tabelle und deshalb auch beim Zusammenzählen weggelassen worden.

²⁾ Wenn GIROUS Folgerungen auch einer modernen Kritik nicht standhalten, sind seine Zahlenangaben doch wohl verwendbar.

denen Feststellungen Material derselben Herkunft benutzt haben, das deshalb annähernd homogen war.

Als SHULL (1910, S. 122) alle seine 11 197 in Coldspring Harbour gezogenen Versuchspflanzen — wohl vielfach hybride Zwischenformen von *Melandrium album* und *rubrum* — zusammenfaßte, bekam er ein Geschlechtsverhältnis (6366 ♀ : 4831 ♂), das mit seinen 43,13 Prozent ♂ gut zu dem STRASBURGERS stimmte. (Der mittlere Fehler der Differenz ist wenig von ihr verschieden.) Es war aber durch die Auszählung von 135 Familien gewonnen worden, die, aus durchschnittlich je 83 Pflanzen bestehend, (nach der a. a. O. S. 120 reproduzierten Kurve) zwischen 10 und 100 Prozent Männchen aufwiesen. In einer späteren Veröffentlichung (1914) gibt SHULL für viel größere Familien besonders stark abweichende Zahlen an; unter 1097 Individuen bestimmter Herkunft waren nur zwei Weibchen (a. a. O. S. 275), ein andermal unter 1656 nur 12 (a. a. O. S. 277). Er fand aber auch 401 ♂ zu 399 ♀ (a. a. O. S. 281) und 1911 ♂ zu 1861 ♀ (a. a. O. S. 285), also etwa gleichviel Männchen und Weibchen, und schließlich, in kleineren Familien von 95, 96 und 85 Individuen, lauter Weibchen. Diese Abweichungen können nicht mehr zufälliger Natur sein, auch kaum durch unbekannte äußere Einflüsse bedingt; es müssen innere, genotypische Unterschiede vorliegen.

Mich hatte seinerzeit gleich das Resultat meines ersten Versuches (1905, S. 255), 92 ♀ zu 9 ♂, sehr überrascht und in den Jahren 1906 bis 1908 zu einer Anzahl Versuchen über die Erblichkeit solcher Unterschiede im Geschlechtsverhältnis veranlaßt. Zunächst sollten von einigen wenigen Paaren des *Melandrium album*, die deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft gezeigt hatten, noch möglichst viel weitere Nachkommen aufgezogen werden. Bei den mir damals zur Verfügung stehenden Mitteln blieben die Zahlen zu klein, sprachen aber doch für genotypische Unterschiede. Ich verzichte hier auf ihre Wiedergabe, da inzwischen ja, wie wir eben sahen, SHULL viel größere Zahlen veröffentlicht hat, die zu demselben Schluß berechtigten.

Die Fragestellung ist ja nicht neu gewesen; schon HEYER (1884, S. 138) hatte Versuche darüber angestellt, „ob jede einzelne ♀-Pflanze der *Mercurialis annua* das Bestreben habe, die beiden Geschlechter dem gesetzlichen Verhalten entsprechend, zu erzeugen“, und diese Frage dann freilich bejaht¹⁾.

Jedenfalls war aus diesen Ergebnissen für die neuen Versuche zu folgern, daß nur die Nachkommenschaften derselben Eltern untereinander verglichen werden dürfen. Außerdem waren aber auch bei allen Bestäubungen die Bedingungen so gleich wie nur möglich zu gestalten, bis auf die eine Variable, deren Wirkung verglichen werden sollte, also die Pollenmenge.

¹⁾ Eine Arbeit YAMPOLSKYS: Observations on inheritance of sex ratios in *Mercurialis annua* (Mem. New York. Bot. Gard. VI. p. 69—74), habe ich nur angezeigt gesehen.

Für die neuen Versuche wurden vier Weibchen verschiedener Herkunft, 15 d (reines *Melandrium album*), 21 a III (reines *M. rubrum*), 22 b III (*M. rubrum* + *album*, F 1), 25 b I (*M. album* + *rubrum*, F 1), und ein Männchen, 22 a III (Bruder des Weibchens 22 b III, also auch *M. rubrum* + *album*, F 1), verwendet. Die Weibchen standen in einem Abteil eines Gewächshauses beisammen, das Männchen in einem Abteil eines andern Hauses für sich allein. Die Lüftungen waren mit Drahtgaze geschützt. Diese Isolierung war völlig genügend; keine Blüte der Weibchen, die nicht absichtlich bestäubt worden war, setzte an.

Der Pollen wurde zunächst in zwei Mengen auf die Narben gebracht: die einen Blüten erhielten davon so viel als möglich, indem die Antheren von zwei oder drei ganzen männlichen Blüten möglichst gut auf den Narben abgestreift wurden; die anderen bekamen nur den Pollen einer einzelnen aufgesprungenen Anthere. Als sich dann herausstellte, daß auch so noch stets voller Samenansatz zustande kam, wurde die Pollenmenge weiter herabgesetzt, indem von den einzelnen offenen, mit fast nadelscharfer Pinzette gefaßten Antheren die Mehrzahl der Pollenkörner durch Schütteln und Blasen entfernt, und der Rest sachte auf den Narben abgestrichen wurde¹⁾.

Nach STRASBURGER (1910, S. 447) schwankt bei *Melandrium rubrum* die Zahl der Pollenkörner in einer Antherenhälfte zwischen 1200 und 1400, mag also für die ganze Anthere etwa 2500 betragen. Ich schätze deshalb die Zahl der Pollenkörner, die zu den Bestäubungen verwendet wurden, im ersten Fall auf über 50 000, im zweiten Fall auf etwa 2500, im dritten Fall auf höchstens 400 bis 500, also etwa auf den hundertsten Teil wie im ersten Falle²⁾. Die Zahl der Samenanlagen gibt STRASBURGER für *Melandrium rubrum* zu etwa 300 an. Ich fand sie zum Teil beträchtlich höher; in einem speziellen Fall zählte ich in 4 normalen Fruchtknoten eines Weibchens von *M. album* + *rubrum* 353, 370, 381, 385 Samenanlagen, in einem hexameren Fruchtknoten eines andern Weibchens 484 (was, auf $\frac{5}{6}$ reduziert, 405 geben würde), in einem normalen Fruchtknoten eines dritten Weibchens 283 mehr oder weniger normale und 14 deutlich anormale. Bei reinem *Melandrium rubrum* hatte ich früher (im Jahre 1909) 288, 300, 310 und in einem hexameren Fruchtknoten 348 (auf $\frac{5}{6}$ reduziert also 290) Samenanlagen (für drei Weibchen) festgestellt.

¹⁾ Die Pollenmengen waren so offenbar zuweilen recht ungleich groß. Die von STRASBURGER (1910, S. 447) verwendete Methode, die Narben mit Scheibchen noch nicht geöffneter Antheren zu belegen, hätte zwar gewisse Vorteile geboten, wäre aber bei den Bestäubungen mit großem Pollenüberschuß, wo sie gleichfalls hätte verwendet werden müssen, zum mindesten sehr unbequem gewesen.

²⁾ Der Ansatz dieser Bestäubungen bei dem Weibchen 15d, verglichen mit dem Ansatz der Bestäubungen mit sehr viel Pollen bei demselben Weibchen (vgl. Tab. 2), macht es wahrscheinlich, daß im Maximum wenig über 300 taugliche Pollenkörner auf die Narben kamen.

Es konnten also dreierlei Kapseln geerntet werden, entstanden durch Bestäubung:

1. mit einem sehr großen Überschuß von Pollen (aus 20 bis 30 Antheren, etwa 50 000 Körner): I. Fall, „sehr viel Pollen“;
2. mit mäßig viel Pollen (aus einer ganzen Anthere, etwa 2500 Körner): II. Fall;
3. mit wenig Pollen (einem kleinen Bruchteil, höchstens einem Fünftel des Inhaltes einer Anthere, etwa 400 Körner und weniger): III. Fall, „wenig Pollen“.

Die Zahl der Samen in den reifen Kapseln wurde nur für die Extreme, den ersten und den dritten Fall, genau festgestellt¹⁾. Dabei ergab sich, daß auch im dritten Fall, bei der Verwendung von wenig Pollen, ein Ansatz erzielt worden war, der nur wenig schlechter war als der, zu dessen Hervorbringung der große Überschuß von Pollenkörnern verwendet worden war. Die nachstehende kleine Tabelle 2 gibt die Resultate dieser Zählungen. Wo zwei Zahlen, durch + verbunden, aufgeführt sind, gibt die erste die Samen an, die dem Aussehen nach sicher für keimfähig gehalten werden konnten, die zweite jene, bei denen das nicht der Fall war, weil die Samenanlagen sich zwar sehr weit entwickelt hatten, dann aber doch wohl noch stecken geblieben waren.

Tabelle 2.

♀-Versuchspflanzen	15 d		21 a III		22 b III		25 b I	
	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen
Zahl der untersuchten Kapseln	11	12	23	56	19	46	11	12
Größte Samenzahl .	497+22	304+8	261+7	260	113+3	133	318+8	269
Mittlere Samenzahl .	379	241	206	183	75	75,5	247	239
Kleinste Samenzahl .	311+9	180+4	168+12	55+2	50+3	37	165+2	204+3

Die vier Weibchen unterscheiden sich nach der Tabelle deutlich durch die Zahl der befruchtungsfähigen Samenanlagen im Fruchtknoten, auch wenn wir von dem hierin offenbar nicht normalen Weibchen 22 b III absehen. Das reine *Melandrium album* (15 d) hat die höchste, das reine *M. rubrum* (21 a III) die niedrigste Zahl, der Bastard (25 b I) steht in der Mitte.

Man sieht ferner beim Vergleich der Mittelwerte, daß sich nur bei den Fruchtknoten des Weibchens 15 d, die an Samenanlagen besonders reich waren, ein wesentlicher Unterschied im Erfolg zwischen den beiderlei Bestäubungen herausstellte; sonst genügte, wie schon angegeben, auch der wenige Pollen zu einem annähernd vollkommenen Ansatz. Auffällig sind aber die großen Unterschiede zwischen Maximum und Minimum der Samenzahl

¹⁾ Bei den Zählungen haben meine Assistenten, Hr. Dr. KAPPERT, Fräulein Dr. LIENFELD und Fräulein L. EISSFELDT geholfen.

bei der Bestäubung mit einer überreichen Pollenmenge. Sie können ja nicht wie jene noch auffälligeren bei den Bestäubungen mit wenig Pollen auf Schwankungen in der verwendeten Menge zurückgeführt werden und können auch nur zum Teil auf Schwankungen in der Zahl der Samenanlagen beruhen; zum Teil muß auch der Zustand der Samenanlagen daran schuld gewesen sein.

Da nicht alle Samen ausgesät werden konnten, habe ich mich auf die mit sehr viel und auf die mit wenig Pollen erzeugten beschränkt (I. und III. Fall), später freilich bedauert, nicht auch Samen der Kapseln ausgesät zu haben, die mit dem Pollen einer ganzen Anthere erzielt worden waren (II. Fall). Auch nach dieser Beschränkung mußte noch eine weitere Auswahl stattfinden. Sie wurde aber so getroffen, daß von demselben Weibchen annähernd gleich viel Samen der einen und der anderen Erzeugungsweise ausgesät wurden. Unter den Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren, wurden dann wieder vorzüglich die samenreichsten ausgesucht und unter den mit wenig Pollen erzeugten die samenärmsten. Der Inhalt jeder Kapsel endlich wurde als besonderer Versuch behandelt.

Die Samen desselben Versuches wurden, je nach ihrer Menge, auf einen Topf mit sterilisierter Erde oder auf zwei bis drei Töpfe möglichst gleichmäßig verteilt und diese Töpfe in einem Gewächshaus so weit auseinander aufgestellt, und durch andere Aussaaten getrennt gehalten, daß die Gefahr einer Verschleppung von Samen, auf die jüngst HERIBERT NILSSON mit Recht nachdrücklich hingewiesen hat, sehr gering war. Die erste, am 27. Februar gemachte Aussaat umfaßte 26 Versuche (36 bis 61); als sich dann herausstellte, daß die Samen schlechter aufgingen, als ich erwartet hatte, wurde am 28. März noch der Inhalt von 17 weiteren Kapseln (Versuch 66 bis 82) ausgesät, so daß es im ganzen 43 Versuche gab.

Die Keimlinge wurden von Zeit zu Zeit herauspikiert und später ins Freiland ausgepflanzt. In der nachfolgenden Tabelle 3 ist die Zahl der Keimlinge, die Zahl der Pflanzen, die bis Ende Oktober blühten, und die Zahl der bis dahin nicht blühenden Rosetten angegeben.

Die zweite Aussaat hat durchgängig bessere Keimungsprozente gegeben, und zwar bei dem mit wenig Pollen erzeugten Saatgut verhältnismäßig noch bessere als bei dem mit sehr viel Pollen erzeugten; in der Tabelle (S. 866) sind die beiden Aussaaten aber der Einfachheit halber zusammengefaßt.

Der Unterschied in der Keimkraft zwischen den beiden Samenklassen (2,3 Prozent) ist so klein, daß er ein Spiel des Zufalls sein kann. Ich hatte eigentlich bei den mit viel Pollen erzeugten Samen als Folge der Konkurrenz eine größere Keimungszahl erwartet, entsprechend dem Vorteil, den ich seinerzeit (1900, S. 432, G. A. 4, 51) bei *Mirabilis* beobachten konnte, je nach der Zahl der Pollenkörner, die zur Bestäubung verwendet worden waren. Es mag aber der Nachteil, den der Ausschluß der Konkurrenz bei den mit wenig Pollen

Tabelle 3.

♀-Versuchspflanzen	15 d		21 a III		22 b III		25 b I		Zusammen	
	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen	sehr viel Pollen	wenig Pollen
Zahl der Kapseln	4	8	4	7	5	7	4	4	17	26
Zahl der Samen	1769	1851	1011	1234	458	498	1087	889	4325	4466
Davon gekeimt bis 30. 9.	1198	1304	553	770	201	230	432	310	2384	2514
in Prozent	67,7	69,9	55	62	44	46	40	35	55,13	57,45
Bis 30. 9. in Blüte	705	699	268	351	57	68	246	174	1276	1292
in Prozent	40	38	27	28	12	14	23	19	29,5	28,9
Rosetten am 30. 9.	466	526	272	396	134	158	182	124	1054	1204
in Prozent	26	29	27	32	29	32	17	14	24,4	26,9

erzielten Samen hervorgerufen hat, durch ihre etwas geringere Zahl und die dadurch ermöglichte bessere Ernährung von seiten der Mutterpflanze mehr als ausgeglichen worden sein.

Die ausgepflanzten Sämlinge wurden vom 17. Juni bis 30. September jede Woche am gleichen Tage, also 16 mal, revidiert und dabei die blühenden Pflanzen entfernt. Dies mußte, wie sich bald zeigte, sehr sorgfältig geschehen, denn stärkere, im Boden bleibende Wurzeln ergrünten am Licht und bildeten auffallend leicht Adventivsprosse.

Das Gesamtergebnis war¹⁾:

Pflanzen aus Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren: 1276, davon 895 Weibchen und 381, also 29,86 Prozent Männchen.

Pflanzen aus Kapseln, die mit wenig Pollen erzeugt worden waren: 1292, davon 737 Weibchen und 555, also 42,96 Prozent Männchen.

Die Differenz der Prozentzahlen ist 13,10.

In der gewohnten Weise auf 100 Weibchen berechnet, entstanden bei reicher Bestäubung 42,57 Männchen, bei armer Bestäubung 75,28 Männchen. Die Differenz beträgt 32,71.

Es fragt sich nun, ob dieser Unterschied noch im Bereich des Zufalls liegt, oder ob er wirklich durch die verschieden große zur Bestäubung verwendete Pollenmenge bedingt sein wird. Das läßt sich rechnerisch entscheiden, wobei wir uns ganz an JOHANNSENS ausgezeichnete „Elemente“ halten.

Ziehen wir alle Versuche, die mit sehr viel und die mit wenig Pollen, zusammen, so erhalten wir 2568 Pflanzen, von denen 1632, also 63,55 Prozent, weiblich und 936, also 36,45 Prozent, männlich sind. σ beträgt dann 48,13 Pro-

¹⁾ Wir dürfen die Ergebnisse aller vier Versuchsreihen zusammenziehen, weil sich die vier Weibchen hinsichtlich des Geschlechtsverhältnisses genotypisch nicht wesentlich unterscheiden, wie aus dem Folgenden noch erhellen wird.

zent, und m (der mittlere Fehler des Mittelwertes) ist $\pm 0,95$ Prozent. Die Versuche mit sehr viel Pollen umfaßten 1276 Pflanzen, so daß für sie also

$$m = \pm \frac{48,13}{\sqrt{1276}} = \pm 1,35 \text{ Prozent ist, jene mit wenig Pollen 1292, wofür}$$

$$m = \pm \frac{48,13}{\sqrt{1292}} = \pm 1,34 \text{ Prozent wird}^1).$$

Der mittlere Fehler jeder der beiden Versuchsreihen beträgt etwa $\pm 1,345$ Prozent; die Abweichung ihres Mittelwertes vom Mittelwert für die Männchen aller Versuche (36,45 Prozent) dürfte also, selbst wenn wir m dreimal nehmen, höchstens ± 4 Prozent, statt $\pm 6,5$ Prozent, betragen.

Wir können aber auch anders verfahren und den mittleren Fehler der Differenz berechnen. Wir haben dann:

Versuchsreihen	Prozent ♀	Prozent ♂	Gesamtzahl n	σ in Prozenten	$\sigma: \sqrt{n=m}$ in Prozenten
Sehr viel Pollen	70,14	29,86	1276	45,76	1,28
Wenig Pollen. .	57,04	42,96	1292	49,50	1,38

Der mittlere Fehler der Differenz (13,1 Prozent) ist dann also

$$\pm \sqrt{1,28^2 + 1,38^2} = \pm 1,90 \text{ Prozent,}$$

d. h. die Differenz ist fast 7 mal größer als ihr mittlerer Fehler²).

Wir können also nach beiden Berechnungen völlig sicher sein, daß nicht der Zufall, sondern eine innere Verschiedenheit des Materiales den Unterschied bedingt, auch wenn wir erst dann von Sicherheit reden, wenn die Differenz 2- bis 3 mal so groß ist als ihr mittlerer Fehler³).

¹) Man vergleiche dazu JOHANNSENS Elemente der exakten Erblchkeitslehre, II. Aufl., Vorlesung 6, speziell die Prüfung der Verhältniszahlen der Knaben- und Mädchen-geburten in der Kopenhagener Gebärtstiftung, S. 106 u. f.

²) Man vergleiche dazu wieder JOHANNSEN, a. a. O., speziell den Vergleich der Zählungen der Flossenstrahlen der Butten von Skagen und aus dem Belt, S. 101 u. f. und der lang- und kurzgriffligen Primelarten, S. 108.

³) Diese Vorschrift, den Betrag des mittleren Fehlers aufs Doppelte oder Dreifache zu erhöhen, um die Grenze zu erhalten, jenseits derer die Differenz nicht mehr zufälliger Natur ist, könnte Zweifel an der Sicherheit einer derartigen Bestimmung erwecken. m geht aus den beobachteten Zahlen hervor; daß die Differenz aber 2- bis 3 mal größer sein muß als m , ist doch immer noch eine Vorschrift, die bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist. Man darf aber dabei nicht vergessen, daß die kritische Behandlung des Zahlenmateriales überhaupt keine völlige Sicherheit für das Eintreten des Geschehens gibt. Wenn ich in einem Sack 999 weiße Bohnen und 1 schwarze Bohne habe, so ist es nicht unmöglich, nur äußerst unwahrscheinlich, daß ich 100 mal hintereinander gerade diese schwarze Bohne aus dem Sack heraushole und daraus schließe, es wären nur schwarze Bohnen im Sacke. Sicherheit erhalte ich nur, wenn ich seinen ganzen Inhalt untersuchen kann. Ebenowenig kann rechnerische Untersuchung des Zahlenmateriales beweisen, daß nur der Zufall an einem Ergebnis schuld sei, z. B. an der Differenz zweier Bestimmungen des Geschlechtsverhältnisses, selbst wenn sie mehrmals kleiner ist als m . Eine gewisse Sicherheit erhält man erst dann, wenn sich das Beobachtungsmaterial stark vergrößern läßt, ohne daß die Differenz entsprechend kleiner wird.

Statt die Gesamtzahl der Beobachtungen kritisch zu betrachten, kann man sie auch in eine Anzahl kleinerer Gruppen von Beobachtungen zerlegen und zusehen, ob sich bei diesen dasselbe Verhalten zeigt, wie bei der Gesamtzahl. Je kleiner und damit zahlreicher die Gruppen dabei sind, desto beweisender wird ein positives Ergebnis.

Ich verzichte darauf, das Resultat für jede der 16 Aufnahmen der 43 Versuche mitzuteilen, weil die einzelnen Zahlen gewöhnlich viel zu klein sind (auf die einzelne Aufnahme kommen für jeden Versuch durchschnittlich fünf Pflanzen) und begnüge mich, daraus noch drei Tabellen zusammenzustellen.

Tabelle 4 bringt die Ergebnisse zwar nach den einzelnen Zähltagen getrennt, aber jedesmal die 43 Versuche zusammengenommen. Die Zahl der Pflanzen, die an den einzelnen Tagen untersucht werden konnten, nahmen

Tabelle 4.
Alle Versuche zusammengefaßt.

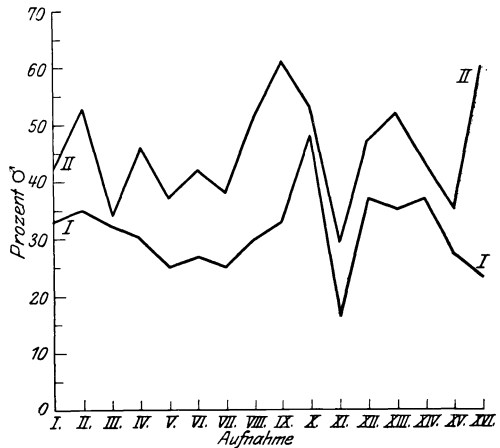
Nummer der Aufnahme und Datum	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Prozentzahlen II.—I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	Gesamtzahl	♀	♂	♂ in Prozenten	
1. (17. VI.)	57	38	19	33	76	44	32	42	+ 9
2. (24. VI.)	139	90	49	35	128	60	68	53	+ 18
3. (1. VII.)	179	121	58	32	166	109	57	34	+ 2
4. (8. VII.)	188	131	57	30	172	93	79	46	+ 16
5. (15. VII.)	178	133	45	25	167	106	61	37	+ 12
6. (22. VII.)	150	110	40	27	160	93	67	42	+ 15
7. (29. VII.)	101	76	25	25	128	79	49	38	+ 13
8. (5. VIII.)	117	82	35	30	103	50	53	51	+ 21
9. (12. VIII.)	36	24	12	33	28	11	17	61	+ 28
10. (19. VIII.)	27	14	13	48	30	14	16	53	+ 5
11. (26. VIII.)	33	28	5	16	38	27	11	29	+ 13
12. (2. IX.)	19	12	7	37	34	18	16	47	+ 10
13. (9. IX.)	20	13	7	35	21	10	11	52	+ 17
14. (16. IX.)	8	5	3	37	14	8	6	43	+ 6
15. (23. IX.)	11	8	3	27	17	11	6	35	+ 8
16. (30. IX.)	13	10	3	23	10	4	6	60	+ 37
Zusammen	1276	895	381	<i>29,86</i>	1292	737	555	<i>42,96</i>	+ 13,10

nach dem Maximum (360), das schon beim vierten Male (8./VII.) erreicht wurde, nach und nach ab und betrug zuletzt nur wenig über 20. Unter diesen Umständen muß es auffallen, daß die Versuche mit wenig Pollen ausnahmslos, auch bei den letzten, kleinsten Zählungen mehr Männchen, in Prozent berechnet, gegeben haben, und zwar, wie die letzte Spalte der Tabelle zeigt, um 2 bis 37 Prozent mehr. Immer wieder überraschte mich diese Tatsache, wenn ich am Schlusse einer Aufnahme aus dem Ergebnis der Einzelversuche das Gesamtergebnis zusammenstellte.

Noch deutlicher als aus der Tabelle geht das aus der nebenstehenden Figur hervor, die ihre Resultate graphisch darstellt. Man sieht auf den ersten Blick, daß die Kurve der Prozentzahl der Männchen in den Versuchen mit sehr viel Pollen (I.) die Kurve der Prozentzahl der Männchen in den Versuchen mit wenig Pollen (II.) nirgends berührt oder gar schneidet, so stark die Prozentzahlen auch, meist gleichsinnig, von Aufnahme zu Aufnahme steigen und fallen.

Die Tabelle 4 und die Kurven sprechen fast noch eindringlicher als das Gesamtergebnis dafür, daß innere Ursachen den Unterschied der zwei Versuchsreihen bedingen. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß 16 mal hintereinander bloß der Zufall in der ersten Versuchsreihe relativ weniger Männchen gegeben hätte, ist ganz verschwindend gering (1 : 2¹⁶ oder 1 : 65 000).

In Tabelle 5 sind dann die Versuchsergebnisse nach den vier Mutterpflanzen getrennt, dagegen die einzelnen Aufnahmen teilweise in Gruppen oder, bei der Versuchspflanze 22 b III, ganz zusammengefaßt worden, um größere Zahlen zu bekommen.



Kurven der Prozentzahlen der Männchen nach der Bestäubung: I. mit sehr viel Pollen, II. mit wenig Pollen.

Tabelle 5.
Ergebnisse, die einzelnen Weibchen getrennt aufgeführt.

A. ♀ Versuchspflanze 15d.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Prozentzahlen II.—I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	
1	46	31	15	33	71	43	28	39	+ 6
2	101	68	33	33	86	46	40	47	+ 14
3	115	74	41	36	100	65	35	35	- 1
4	112	78	34	30	80	44	36	45	+ 15
5	90	67	23	26	76	51	25	33	+ 7
6	74	45	29	39	77	44	33	43	+ 4
7, 8	86	62	24	28	104	48	56	54	+ 26
9—16	81	54	27	33	105	60	45	43	+ 10
Zusammen	705	479	226	32 <i>m = ± 1,8</i>	699	401	298	43 <i>m = ± 1,9</i>	+ 11

Tabelle 5 (Fortsetzung).
B. ♀ Versuchspflanze 21a III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Prozentzahlen II.—I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂P. oz.	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	
1—3	50	32	18	36	65	31	34	48	+ 12
4, 5	76	55	21	28	116	69	47	41	+ 13
6, 7	72	59	13	18	105	65	40	38	+ 20
8—16	70	51	19	27	65	34	31	52	+ 25
Zusammen	268	197	71	26 $m = \pm 2,7$	351	199	152	43 $m = \pm 2,6$	+ 17

C. ♀ Versuchspflanze 22b III.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Prozentzahlen II.—I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	
1—16	57	43	14	25 $m = \pm 5,7$	68	44	24	35 $m = +5,8$	+ 10

D. ♀ Versuchspflanze 25 b I.

Aufnahme	I. Sehr viel Pollen				II. Wenig Pollen				Differenz der Prozentzahlen II.—I.
	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	Gesamtzahl	♀	♂	♂Proz.	
1—3	59	42	17	29	42	26	16	38	+ 9
4, 5	68	47	21	31	49	23	26	53	+ 22
6—8	73	57	16	22	52	30	22	42	+ 20
9—16	46	30	16	35	31	14	17	55	+ 20
Zusammen	246	176	70	28 $m = +2,9$	174	93	81	47 $m = +3,8$	+ 19

Das Ergebnis ist das gleiche wie bei der vorigen Tabelle. Auch bei jeder einzelnen Mutterpflanze gab die erste Versuchsreihe (sehr viel Pollen) stets relativ weniger Männchen als die zweite (wenig Pollen). Das gilt auch für die einzelnen Aufnahmen und die vom Zufall gebildeten Gruppen von Aufnahmen. Nur einmal, bei A 3, kommt eine Ausnahme vor. Hier hat die Bestäubung mit sehr viel Pollen 1 Prozent mehr Männchen gegeben als die mit wenig, bei je etwa 100 Pflanzen (während m etwa $\pm 4,8$ Prozent beträgt). Ob die Unterschiede zwischen den Differenzen bei den einzelnen Versuchspflanzen (II.—I. bei A 11, bei B 17, bei C 10, bei D 19 Prozent) zufälliger Natur sind oder auf inneren Ursachen beruhen, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Endlich sind in Tabelle 6 auch noch die Ergebnisse der einzelnen Versuche (die je einer Kapsel entsprechen) bei drei Mutterpflanzen zusammengestellt. Dabei sind alle 16 Aufnahmen zusammengefaßt worden. Eine Versuchspflanze (22 b III) gab so wenig Nachkommen, insgesamt 57 und 68, daß eine Berücksichtigung der einzelnen auf sie fallenden zwölf Versuche zu kleine Zahlen (etwa zehn für jeden) gegeben hätte; sie blieb deshalb weg.

Tabelle 6.
Ergebnisse der einzelnen Kapseln.

Ver- suchs- pflanze	Ver- suchs- Nr.	Sehr viel Pollen					Ver- suchs- Nr.	Wenig Pollen				
		Zahl der Samen	Ges.- zahl	♀	♂	♂ Proz.		Zahl der Samen	Ges.- zahl	♀	♂	♂ Proz.
A. ♀ 15 d	36	497	208	143	65	31	38	180	63	36	27	43
	37	464	184	126	58	32	39	210	71	49	22	31
	66	412	176	118	58	33	40	233	109	62	47	43
	67	396	137	92	45	33	41	234	74	45	29	39
							68	237	87	47	40	46
							69	222	94	49	45	48
							70	263	110	63	47	43
							71	272	91	50	41	46
	Zus.	1769	705	479	226	32	Zus.	1851	699	401	298	43
	B. ♀ 21 a III	42	261	65	49	16	25	44	172	44	29	15	34
43		240	50	36	14	28	45	182	45	29	16	36
72		258	86	58	28	33	46	183	30	16	14	47
73		252	67	54	13	19	74	168	56	25	31	55
							75	168	64	40	24	38
							76	180	54	28	26	48
							77	181	58	32	26	45
Zus.		1011	268	197	71	26	Zus.	1234	351	199	152	43
D. ♀ 25 b I	56	261	37	21	16	42	59	227	31	18	13	42
	57	256	79	52	27	34	60	239	28	12	16	57
	58	252	50	39	11	22	61	229	50	27	23	48
	81	318	80	64	16	20	82	204	65	36	29	45
	Zus.	1087	246	176	70	28	Zus.	899	174	93	81	47

Vergleicht man die Prozentzahlen der Männchen für die einzelnen Versuche, so sieht man, daß sie bei der ersten Versuchsreihe (sehr viel Pollen) von 19 Prozent bis 42 Prozent gehen; die Medianzahl ist 32 Prozent. Bei der dritten Versuchsreihe (wenig Pollen) bewegen sie sich zwischen 31 Prozent und 57 Prozent; die Medianzahl ist 43 Prozent. Die beiden Medianen liegen also um 12 Prozent auseinander. Die Variationsbreiten der beiden

Tabelle 7.

Prozentzahlen der ♂ der einzelnen Versuche Versuchsreihe I (sehr viel Pollen)	19	20	22	25	28	31	31	34	34	34	34	38	39	42	42	43	43	43	43	43	45	46	47	48	48	48	55	57
	Versuchsreihe II (wenig Pollen)																											

Reihen greifen, wie die nebenstehende Zusammenstellung (Tabelle 7) zeigt, etwas übereinander, was bei der geringen Zahl der Pflanzen in den einzelnen Versuchen nicht weiter verwunderlich ist. Bei den stärkeren Abweichungen, z. B. bei dem Versuch 56 in der I. Reihe (42 Prozent ♂) und den Versuchen 39, 44 und 45 in der II. Reihe (31, 34, 36 Prozent ♂) war die Individuenzahl nur 37, 71, 44 und 45, und der mittlere Fehler der Medianzahlen ist nur wenig kleiner (etwa 6—8 Prozent) als ihre Abweichung. Dabei soll dahingestellt bleiben, ob die Abweichungen nicht außerdem zum Teil dadurch zustande gekommen sind, daß die übrigen Versuchsbedingungen, abgesehen von der Pollenmenge, nicht ganz gleich gestaltet werden konnten.

III. Allgemeines.

1. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen unserer beiden Versuchsreihen ist also sicher nicht zufälliger Natur. Es kann sich höchstens noch darum handeln, ob er wirklich auf die verschiedene Menge Pollen zurückzuführen ist, oder ob eine andere Ursache daran schuld sein kann. Ich will gerne zugeben, daß die einzelnen Bestäubungen in mancher Hinsicht, z. B. nach dem Alter des Pollens und der Samenanlagen, noch gleichartiger hätten sein können. Obschon bisher (von STRASBURGER und anderen) kein Einfluß dieser Faktoren festgestellt werden konnte, ist es ja nicht unmöglich, daß sich bei weiteren Untersuchungen doch noch ein solcher herausstellt. Es könnten aber nach den bisherigen negativen Ergebnissen nur große Ungleichheiten bei der Versuchsausführung in Frage kommen, während wir gleiche Bedingungen anstrebten, und es sich deshalb bei unseren Versuchen nur um geringe und zufällige Ungleichheiten handeln würde. Sie hätten zudem in beiden Versuchsreihen gleichmäßig eintreffen und sich so ausgleichen müssen, da die Zahl der Einzelversuche — 17 in der ersten und 26 in der zweiten Reihe — dafür groß genug war.

Die Wirkung der zunehmenden Menge des Pollens muß auf eine weitere Begünstigung der schon im Vorteil befindlichen Pollensorte hinauslaufen, und dieser Vorteil kann kaum auf etwas anderem beruhen, als auf der

Fähigkeit, schneller auszukeimen oder rascher wachsende Schläuche zu bilden. Ob dem wirklich so ist, wird sich wohl experimentell prüfen lassen; ich hoffe darauf zurückkommen zu können. Neben dieser schon früher (S. 857) erörterten direkten Wirkung der Zahl könnte auch das doch nur begrenzte Quantum Nährstoffe eine Rolle spielen, das für die Schlauchbildung der Pollenkörner in den Narben bzw. Griffeln vorhanden ist. Auch dann wären natürlich die rascher keimenden Körner und die schneller wachsenden Schläuche im Vorteil.

2. Die erzielte Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses um 13 Prozent scheint auf den ersten Blick klein zu sein, wenn wir an die Extreme denken, die gerade bei unserer Versuchspflanze gelegentlich, besonders von SHULL, beobachtet worden sind, und auf die wir schon hingewiesen haben (S. 862). Wir dürfen aber nicht vergessen, daß es sich dabei um Familien handelte, in denen mindestens ein Elter, meist wohl alle beide verschieden gewesen sind, so daß jedenfalls erbliche Unterschiede eine Rolle spielten, während wir diese genotypischen Unterschiede völlig ausschlossen, um die Wirkung der einen äußeren Bedingung möglichst rein vor uns zu haben.

Warum STRASBURGERS entsprechende Versuche ergebnislos blieben, wie wir schon sahen (S. 860), muß dahingestellt sein, vielleicht nur, weil die Zahlen zu klein waren (272 und 262 insgesamt).

3. Wenn die Zahl der Pollenkörner, die zur Bestäubung verwendet wurden, das Geschlechtsverhältnis beeinflußt, ist das noch deshalb besonders wichtig, weil dabei jede Änderung in der Tendenz oder Valenz der Keimzellen ausgeschlossen ist.

Solchen Änderungen haftet zur Zeit wohl noch etwas Unsicheres an, wie die Tatsache zeigt, daß R. HERTWIGS schon erwähnter, allbekannter Versuch mit überreifen Froscheiern so verschiedene Deutungen erfahren konnte. Wenn man, wie wir, ohne sie auskommen kann, ist alles viel einfacher.

Unser Versuchsergebnis fordert ferner dies Vorhandensein von mindestens zweierlei verschiedenen männlichen Keimzellen. Nur dann kann ihre absolute Zahl eine Rolle spielen. Sind alle Keimzellen gleich, so kann die Konkurrenz keine Verschiedenheiten veranlassen. Es ist das ein Beweis dafür, daß das *Melandrium*-Männchen heterogametisch ist, wie es ja aus BAURS und SHULLS Versuchen hervorgeht, übrigens auch schon daraus zu schließen war, daß sich bei meinem Bastardierungsversuch mit der zwittrigen *Silene viscosa* (1907, S. 32) das *Melandrium*-Weibchen als homogametisch erwies¹⁾.

4. Wie weit sich der Einfluß des Zahlenverhältnisses, in dem männliche und weibliche Keimzellen zusammengebracht werden, auch an anderen

¹⁾ Die umgekehrte Verbindung (*S. viscosa* mit *M. album* bestäubt) ist mir nie gelungen. Die Embryonen entwickeln sich zwar ziemlich weit, sterben dann aber lange vor der Samenreife ab.

Objekten nachweisen läßt, speziell, ob auch im Tierreich das Geschlechtsverhältnis von der Menge des Spermas abhängig ist, muß einstweilen dahingestellt bleiben. Wenn die sinnreiche Annahme SCHLEIPS und FR. LENZ' zutrifft, daß die Beschwerung mit dem Heterochromosom die Bewegungsfähigkeit der weibchenbestimmenden Spermien herabsetzt und so ein Überwiegen des prävalenten männlichen Geschlechtes zustandekommt, müßte sogar ein positives Ergebnis durch Änderung der Zahl der Spermien zu erzielen sein. Vielleicht erklärt sich die von DÜSING (1884, S. 294) festgestellte Wirkung stärkerer Beanspruchung bei Pferden so. Die Zahl der männlichen Fohlen nimmt zu, je mehr Stuten der Hengst gedeckt hat. DÜSING sucht das durch das geringere Alter des Spermas zu erklären. Es sinkt aber mit der stärkeren Beanspruchung wohl auch seine Menge. (Die Sachlage ist dadurch kompliziert, daß beim Pferd das weibliche Geschlecht etwas im Vorteil ist, die gesteigerte Inanspruchnahme aber mehr Hengstfohlen gibt. Ich komme darauf [S. 876] kurz zurück.)

Nötig ist ein positiver Erfolg bei anderen Objekten selbstverständlich nicht. Es wird bei den Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes ja nicht überall eine Eigenschaft an der Abweichung vom mechanischen Geschlechtsverhältnis schuld sein, auf die das Zahlenverhältnis von Männchenbestimmern und Weibchenbestimmern bei der Befruchtung so von Einfluß ist wie bei unseren Versuchspflanzen, wo es sich wahrscheinlich um die Schnelligkeit der Schlauchbildung handelt. Wenn z. B. schon bei der Ausbildung der Keimzellen mehr Männchenbestimmer als Weibchenbestimmer zugrunde gehen, werden später die Weibchen entsprechend überwiegen müssen; das Zahlenverhältnis, in dem die männlichen und weiblichen Keimzellen zusammengebracht werden, ist dann aber ohne Einfluß. Es bleibt sich z. B. gleich, ob 90 männchenbestimmende und 100 weibchenbestimmende Pollenkörner auf die Narbe gebracht werden, oder 900 und 1000.

Ja, der Erfolg braucht nicht einmal bei allen *Melandrium*-Sippen gleich groß zu sein. Der Unterschied zwischen den beiderlei Keimzellen, auf den die Konkurrenz wirkt und der natürlich erblich festgelegt ist, braucht ja nicht immer gleich groß auszufallen; er könnte stärker oder schwächer ausgebildet sein, auch einmal ganz fehlen, je nach der Sippe, und deshalb könnte auch die Konkurrenz stärker oder schwächer wirken oder auch einmal ganz wirkungslos sein.

5. Vergleicht man unsere zwei Verhältniszahlen, 29,86 und 42,96 Prozent Männchen, mit jenen, die andere Beobachter im Freien und in Kulturen festgestellt haben, vor allem mit den Zahlen STRASBURGERS und SHULLS (S. 862), so fällt sofort auf, daß das mit wenig Pollen erzielte Geschlechtsverhältnis (rund 43 Prozent) dem durchschnittlichen Verhältnis von 43 bis 44 Prozent Männchen ganz auffallend entspricht, und daß das mit sehr viel

Pollen erhaltene (rund 30 Prozent Männchen) stark abweicht. Das könnte den Eindruck hervorrufen, als ob nicht, wie ich von vornherein erwartet hatte, auch die Ausschaltung, sondern nur die Steigerung der Konkurrenz unter den Pollenkörnern oder Pollenschläuchen einen Erfolg gehabt habe. Um das behaupten zu können, müßten wir aber ein „normales“ Geschlechtsverhältnis für unsere einzelnen Versuchspflanzen haben; mit den Durchschnittszahlen durch ganze Populationen ist eigentlich nichts anzufangen. Tatsächlich liegen die Verhältnisse eben so, daß man überhaupt nicht mehr von einem „normalen“ Geschlechtsverhältnis reden kann — auch nicht für die Nachkommen eines bestimmten Elternpaares —, sobald einmal festgestellt ist, daß äußere Bedingungen, hier die Pollenmenge, von Einfluß auf das Verhältnis sind. Bei welchem Quantum Pollen sollte es entstehen?

Man könnte sagen: bei der Menge, die in der freien Natur auf die Narben übertragen wird. Aber auch diese wird, je nach der Zahl der Besucher und ihrer Eignung zur Pollenübertragung, von Blüte zu Blüte schwanken. Ein Normalverhältnis, das wir dem Vergleich zugrunde legen könnten, käme deshalb auch nicht heraus, wenn wir die 4 Weibchen und das Männchen unserer Versuche, genügend weit von anderen Stöcken entfernt, dem Insektenbesuch frei überlassen könnten.

Man wird also aus dem Vergleich unserer Ergebnisse mit dem Durchschnittswert früherer Zählungen höchstens den Schluß ziehen dürfen, daß unsere 2. Versuchsreihe (Bestäubung mit wenig Pollen) den Bedingungen im Freien viel näher kommt, als die erste (Bestäubung mit sehr viel Pollen), falls unsere Pflanzen nicht in ihrer genotypischen Veranlagung wesentlich vom Durchschnitt abweichen, was unwahrscheinlich ist.

Es ist eine Aufgabe für später, nicht bloß mit zwei Extremen zu arbeiten, sondern verschiedene, abgestufte Pollenmengen zu verwenden und so eine Kurve der Prozentzahlen für ein bestimmtes Geschlecht zu bekommen. Aus dem Verlauf dieser Kurve wird sich dann der Einfluß der Konkurrenz genauer feststellen und sich z. B. sagen lassen, ob die Zunahme der Weibchen parallel der Zunahme der Pollenmenge geht oder rascher oder langsamer steigt, wo das Maximum der Wirkung der Konkurrenzsteigerung liegt usw.¹⁾ Schon eine weitere Zahl würde vielleicht einigen Aufschluß geben. Das ließ mich bedauern, daß wir nicht auch das Geschlechtsverhältnis der Nachkommen aus jenen Kapseln unserer Versuchspflanzen kennen, die mit dem Pollen je einer ganzen Anthere erzeugt worden waren.

¹⁾ Eine solche Untersuchung wird aber sehr große Anforderungen an Zeit, Platz und Geduld stellen. Wenn man die Differenz von 13 Prozent in 13 verschiedene Stufen zerlegen wollte, die je um 1 Prozent mehr Weibchen enthielten, und wenn man das Dreifache des mittleren Fehlers als genügende Sicherheit ansehen würde, müßten für jede Stufe etwa 15 000 Individuen aufgezogen werden. Die Hauptschwierigkeit liegt aber darin, daß so viel Nachkommen, als zu allen Versuchen nötig wären, nicht von einem einzigen Elternpaar erhalten werden können.

6. Wenn wir diese Fragen einstweilen auch nicht entscheiden können, eines ist schon sicher: Die Weibchenbestimmer bleiben im Vorteil, auch wenn man den weiblichen Keimzellen beiderlei Sorten männliche im günstigsten Zahlenverhältnis bietet. Trotz des Ausschlusses aller Konkurrenz tritt doch nicht das mechanische Zahlenverhältnis der Geschlechter rein auf. Es müssen also auch bei *Melandrium* beim Zustandekommen des Geschlechtsverhältnisses noch andere Faktoren mit im Spiele sein, genotypischer oder phänotypischer Art. Der Möglichkeiten sind ja viele. So könnten schon unter den auf die Narbe gebrachten tauglichen Pollenkörnern die Weibchenbestimmer in der Überzahl sein, weil mehr Männchenbestimmer während der Entwicklung zugrunde gehen oder untauglich werden. Oder es könnten die männlichen Embryonen eine geringere Resistenz besitzen usw. Dabei spielt vielleicht wieder die Konkurrenz (um die Ernährung) eine Rolle.

Es ist auch gut möglich, vielleicht wahrscheinlich, daß nicht alle Faktoren gleichsinnig wirken, sondern zum Teil gegeneinander. Dafür dürften z. B. die statistischen Angaben DÜSINGS über das Geschlechtsverhältnis beim Pferde sprechen, wo einerseits das durchschnittliche Verhältnis etwas mehr Weibchen als Männchen aufweist (51 Prozent ♀ zu 49 Prozent ♂), andererseits, wie schon erwähnt, mit der Inanspruchnahme des Hengstes die Zahl der männlichen Fohlen zunimmt und etwas über 50 Prozent steigt. Noch deutlicher ist das beim Menschen, wo, wenigstens beim Europäer, mindestens eine Ursache auf einen Knabenüberschuß hinarbeitet, und eine andere — die größere Sterblichkeit der Knaben — auf ein Überwiegen der Mädchen.

7. HEYER hatte aus seinen Versuchen geschlossen, daß die Erzeugung der beiden Geschlechter nach einem Gesetze erfolge, das jeder getrenntgeschlechtlichen Art innewohne, ein ihr „immanentes Moment“ sei (1884, S. 90), mit anderen Worten, daß das Geschlechtsverhältnis vererbt würde. DÜSING dagegen hatte behauptet, daß keine Rede von einer Vererbung des Geschlechtes sein könne; es vererbe sich zwar die Art und Weise, wie sich das eine oder andere Geschlecht ausbilde, das Zusammenwirken äußerer Umstände führe aber die Entscheidung über das Geschlecht herbei (1884, S. 289).

Beide haben, wie wir jetzt sagen können, recht und unrecht¹⁾. Die Sache liegt bei dem Geschlechtsverhältnis nicht anders, wie bei den übrigen Eigenschaften einer Sippe; vererbte Anlagen und äußere Einflüsse bringen es gemeinsam hervor. Es ist natürlich ausgeschlossen, daß die Fähigkeit, eine bestimmte Prozentzahl Männchen hervorzubringen, direkt vererbt wird, indem eine besondere Anlage, ein „Gen“, für die betreffende Zahl

¹⁾ Daß HEYERS Arbeit als wissenschaftliche Leistung über der DÜSINGS steht wird davon nicht berührt. Sie liest sich heute, nach mehr als 30 Jahren, noch modern, von einzelnen Ausdrücken, wie dem oben zitierten vom „immanenten Moment“, abgesehen.

vorhanden ist. Durch Potenzen ist, außer der Bildungsweise der Keimzellen, nur bestimmt, wie ihre Entwicklung abläuft, und wie sie und die Zygoten (Embryonen) auf Einflüsse von außen reagieren. Das genügt aber schon, um jedes Geschlechtsverhältnis hervorzubringen, sobald sich die zwei Sorten Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes gewissen äußeren Bedingungen gegenüber genügend verschieden verhalten, oder die beiderlei Individuen es tun, die aus ihrer Vereinigung mit den Keimzellen des homogametischen Geschlechts entstehen¹⁾. Vererbt wird z. B. nach unserer Annahme, daß die Pollenschläuche, welche die weibchenbestimmenden Keimzellen bei *Melandrium* zu den Eizellen befördern, etwas rascher wachsen als die, welche die männchenbestimmenden hinabbringen. Daraus ergibt sich dann schon nicht nur ein Überwiegen der Weibchen überhaupt, sondern auch — da der Unterschied in der Schnelligkeit erblich festgelegt ist — ein Einfluß auf die Verhältniszahl der Geschlechter, der bei gleichen äußeren Bedingungen immer wieder gleich groß ausfällt und die gleichen Zahlen hervorbringt.

Wenn große Zählungen verschiedener Autoren an verschiedenem Material Resultate gaben, die nicht mehr voneinander abweichen, als der Zufall verschulden wird — man erinnere sich an STRASBURGERS und SHULLS Zählungen —, so kann das nur daher kommen, daß auch hier, wie sonst, die Stärke der äußeren Einflüsse um einen häufigsten Mittelwert schwankt (KLEBS), und sich die selteneren und extremen in der einen und der anderen Richtung aufheben. Genau ebenso werden sich auch die genotypischen Unterschiede in der Tendenz, die zwischen den Sippen derselben Art bestehen, verhalten; auch sie werden um so seltener sein, je extremer sie sind, und sich ausgleichen, sobald die Zahl der untersuchten Individuen groß genug ist. Dafür spricht schon die bereits S. 862 erwähnte Kurve, die SHULL für die Prozentzahlen an Weibchen bei seinen 135 *Melandrium*-Familien gibt, wenn ein Teil der Unterschiede auch phänotypischer Natur und rein zufällig sein wird.

8. Neben den genotypischen Potenzen der Eltern und den äußeren Einflüssen bleibt den unkontrollierbaren Einwirkungen, die wir Zufall nennen, eine sehr wichtige Rolle zugeteilt. Wie groß bei unserem *Melandrium* ihre Wirkung noch ist, geht daraus hervor, daß auch bei der größten Pollenmenge, also bei der schärfsten Konkurrenz — etwa 150 Pollenkörner auf eine Samenanlage —, die weibchenbestimmenden Spermakerne nicht allein zur Befruchtung kommen, trotz ihrer unleugbaren Bevorzugung vor den männchenbestimmenden, sondern immer noch etwa 30 Prozent Männchen entstehen. Die Annahme, daß ein größerer Teil der männchenbestimmenden

¹⁾ Natürlich brauchen mit Änderungen der äußeren Bedingungen — obwohl sie alle für die Entwicklung nötig sind — nicht auch merkliche Änderungen der Eigenschaften einzutreten. Es werden deshalb durchaus nicht bei allen möglichen Versuchen sichere positive Resultate zu erhalten sein, wenn man sie auch noch so umfangreich anstellt.

männlichen Keimzellen vor der völligen Ausbildung zugrunde gehe, die das Überwiegen der Weibchen auch bei einer Herabsetzung der Konkurrenz bis zu deren völligem Ausschluß erklären würde, hilft hier, bei der Zunahme der Konkurrenz nicht weiter. Sobald die Schnelligkeit der Schlauchbildung verschieden ist, und die Zahl der Pollenkörner überhaupt groß genug, bleibt es sich gleich, ob gleich viel Weibchenbestimmer und Männchenbestimmer oder mehr Weibchenbestimmer auf die Narbe kommen. Der auf inneren Ursachen beruhende, erbliche Vorteil der einen Sorte männlicher Keimzellen vor der anderen kann also nur gering sein, so daß der Zufall immer noch einer ganzen Menge Keimzellen der anderen Sorte zum Ziel verhilft. Und ähnlich liegt die Sache gewiß auch in anderen Fällen. Man vergegenwärtige sich z. B. die gewaltige Menge Spermien, die oft um ein einziges Ei konkurrieren, und daß schließlich das prävalente Geschlecht doch nur in einem geringen Überschuß entsteht.

Solange aber die unkontrollierbaren Bedingungen des Zufalls eine Rolle spielen, sind wir von einer Beherrschung des Geschlechtsverhältnisses und damit der Geschlechtsbestimmung weit entfernt, trotz einzelner Erfolge, wie in den eben mitgeteilten Versuchen. Einstweilen können wir nur die Chancen des einen Geschlechtes durch unsern Eingriff verbessern.

Literaturverzeichnis.

Im allgemeinen muß auf die neuen Lehrbücher der Vererbungslehre von BAUR, GOLDSCHMIDT, HÄCKER und JOHANNSEN verwiesen werden. Ferner auf CORRENS-GOLDSCHMIDTS Vererbung und Bestimmung des Geschlechts, BORNTÄGER Berlin 1913, die Physiologie der Zeugung von E. GODLEWSKI jun. im Handbuche der vergleichenden Physiologie von Winterstein (Bd. III, 1914) und SCHLEIPS weiter unten angeführtes Sammelreferat. Im folgenden sind im wesentlichen nur Spezialarbeiten über *Melandrium* und einige neueste Arbeiten zitiert.

E. AUERBACH, 1912. Das wahre Geschlechtsverhältnis des Menschen. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie IX, S. 10.

F. BALTZER, 1914. Die Bestimmung des Geschlechts nebst einer Analyse des Geschlechtsdimorphismus bei *Bonellia*. Mitteil. Zool. Stat. Neapel Bd. 22, S. 1.

E. BAUR, 1912. Ein Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung bei *Melandrium album*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre VIII, S. 335.

G. BRUNELLI, 1915. La determinazione del sesso studiata nell'economia della specie. Raccolta di memorie biologiche n.º 1, Roma.

C. CORRENS, 1900. Über den Einfluß, welchen die Zahl der zur Bestäubung verwendeten Pollenkörner auf die Nachkommenschaft hat. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XVIII, S. 422, G. A. 4, 42.

—, 1902. Scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XX, S. 159, G. A. 9, 287.

—, 1905. Gregor Mendels Briefe an Carl Nägeli 1866—1873. Abhandl. d. K. S. Gesellsch. d. Wissensch., math.-phys. Kl. XXIX, III, G. A. Anhang.

—, 1907. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin.

—, 1908. Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung der gynodiözischen Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXVIa, S. 686, G. A. 29, 598.

C. DÜSING, 1884. Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses. Jenaer Zeitschr. f. Naturwissensch. XVII, N. F. X. Zitiert nach dem Sonderabzuge.

GIROU DE BUZAREINGUES, 1831. Suites des Expériences sur la Génération des Plantes. Ann. Sc. Natur. XXIV, S. 138.

—, 1833. Expériences sur la Génération des Plantes. Ebenda XXX, S. 398.

R. GOLDSCHMIDT, 1916. A preliminary report on further experiments in inheritance and determination of Sex. Proc. Nat. Acad. of Sciences 2, S. 53.

F. HEYER, 1884. Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechts bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen. Ber. d. landw. Institut. d. Univ. Halle, V. Heft.

H. HOFFMANN, 1871. Zur Geschlechtsbestimmung. Botan. Zeitung Bd. 29, Sp. 81.

W. JOHANNSEN, 1913. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. II. Aufl., Jena. Die I. Auflage erschien 1909.

FRITZ LENZ, 1912. Idioplasmatische Ursachen der Sexualcharaktere des Menschen. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie IX, S. 545.

H. VON MALSEN, 1906. Geschlechtsbestimmende Einflüsse und Eibildung des *Dinophilus apatris*. Archiv f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 69.

J. C. H. DE MEIJERE, 1911. Über getrennte Vererbung der Geschlechter. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie VIII, S. 553.

S. NEWCOMB, 1904. A Statistical Inquiry into the Probability of Causes of the Production of Sex in Human Offspring. Carneg. Inst. of Washington, Publ. No. 11.

A. SPRECHER, 1913. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex Acetosa* L. Ann. Sc. Natur. Botan. 9^e série, XVII, S. 254.

E. STRASBURGER, 1900. Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Centralbl. XX, S. 657.

W. SCHLEIP, 1912. Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreiche. Ergebn. u. Fortschritte d. Zoologie III, 3, S. 165.

G. H. SHULL, 1910. Inheritance of Sex in *Lychnis*. Botan. Gaz. IL, S. 110.

—, 1911. Reversible Sex-mutants in *Lychnis dioica*. Botan. Gaz. LII, S. 329.

—, 1914. Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre XII, S. 265.

M. VAERTING, 1917. Der Männermangel nach dem Kriege. Der Arzt als Erzieher, Heft 40.

43. Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften Bd. 11,
S. 221—268. 1918.

I. Die Unterscheidung der *pilulifera*-Homozygoten und der Heterozygoten des Bastardes *Urtica pilulifera* + *Dodartii*.

Bei der Wiederentdeckung der MENDEL'schen Gesetze spielte zunächst die „Dominanz“ des einen Elters über das andere eine große Rolle¹⁾. Der Bastard sollte in den einzelnen Merkmalen von dem einen oder dem andern seiner Eltern ununterscheidbar sein. In der Folge ist man bald zur Einsicht gekommen, daß eine völlige Dominanz gar nicht so häufig sei. Immerhin lassen sich auch jetzt noch genug Fälle aufführen, wo dieser „*Pisum*-Typus“ vorliegt. Da sie durch Fälle von mehr oder weniger starker Prävalenz ganz allmählich in die Fälle von annähernd mittlerer Ausbildung des Bastardmerkmals übergehen, haben sie an theoretischem Interesse verloren. Dagegen ist ihre praktische Bedeutung nicht zu unterschätzen. Dem Züchter machen sie es oft umständlich, die Sippen mit dem dominierenden Merkmal zu isolieren, und für die Eugenetik, die keine Versuche machen kann, werden sie immer höchst unbequem bleiben.

Mein Augenmerk war von Anfang an darauf gerichtet, womöglich die Heterozygoten von den dominierenden Homozygoten schon an ihrem äußeren Verhalten zu unterscheiden; ja es scheint mir darin eine sehr wichtige Aufgabe der weiteren Forschung zu liegen, die durch Vertiefung unserer Kenntnisse gelöst werden kann (1912, S. 74). Im folgenden soll ein solcher Fall beschrieben werden, wo die Unterscheidung nachträglich gelungen ist, und der wohl allgemeineres Interesse beanspruchen darf.

Eines der ersten Beispiele für einen ganz einfachen spaltenden Bastard, das ich nach der Wiederentdeckung der MENDEL'schen Gesetze fand, war der Bastard zwischen der dominierenden *Urtica pilulifera* mit scharf gesägten Blättern und ihrer rezessiven Abart *Urtica Dodartii* mit fast ganzrandigen oder etwas gezähnelten Blättern. Da diese Merkmale sich ganz naturgetreu ohne Farbe durch je ein Laubblatt darstellen lassen, hat das Schema, das ich

¹⁾ DE VRIES (1900): „L'hybride montre toujours le caractère d'un des deux parents, et cela dans toute sa force; jamais le caractère d'un parent, manquant à l'autre, ne se trouve réduit de moitié.“

1905 für das Verhalten des Bastardes während dreier Generationen gab, mehr oder weniger umgezeichnet, wiederholt Aufnahme in Lehrbücher gefunden, als Paradigma eines mendelnden Bastardes mit einem völlig dominierenden, nicht bloß prävalierenden Merkmal. In der Tat war es mir lange nicht möglich, die gesägtblättrigen Heterozygoten von den *pilulifera*-Homozygoten zu unterscheiden. Jetzt bin ich aber imstande, diese beiden Genotypen mit fast völliger Sicherheit auseinanderzuhalten, freilich nur an einem ganz kurzen Entwicklungsabschnitt, den beiden ersten Laubblättern. Die vorangehenden Kotyledonen und schon das folgende, zweite Laubblattpaar sind für mich auch jetzt noch ununterscheidbar¹⁾.

Bei *Urtica Dodartii* ist das Blatt des ersten Paares völlig ganzrandig, auch wenn die späteren Blätter deutlich gezähnelte (nicht gesägt) sind. Bei *U. pilulifera* hat es auf jeder Seite 7 bis 10 stumpfe Zähne, die es, im Gegensatz zu den späteren, scharf gesägten Blättern, gekerbt gesägt machen und nach der Spitze hin allmählich kleiner und schwächer werden, aber doch so weit hinaufreichen, daß kein Platz für einen ebenso langen Endzahn bliebe, wenn beiderseits noch ein gleich breiter Seitenzahn ausgebildet würde. Beim Bastard geht die Zähnung nicht so nahe an die Spitze wie bei *U. pilulifera*; es fällt das oberste Paar Zähne weg, so daß ihre Zahl auf jeder Seite mindestens um einen niedriger ist, also 6—9 statt 7—10 beträgt. An den folgenden Laubblattpaaren lassen sich, wie schon gesagt, die Heterozygoten und die Homozygoten nicht mehr unterscheiden. Hie und da sieht es so aus, als ob der Endzahn der Blattspitze bei den Homozygoten schmaler als bei den Heterozygoten wäre; das ist aber nur Zufall.

In Fig. 1 sind die beiden ersten Laubblätter und je ein beliebig ausgewähltes Blatt des 2. und 3. Paares wiedergegeben, links von *Urtica pilulifera*-Homozygoten, rechts von Heterozygoten. Fig. 2 zeigt die Spitzen je eines Blattes vom 4. bis zum 6. Paare von den gleichen Versuchspflanzen, 3 $\frac{1}{2}$ Wochen später. Alle Bilder sind nach Lichtpausen auf Eisengalluspapier, aus den Versuchen des Jahres 1917, hergestellt, die auf $\frac{1}{2}$ verkleinert wurden. — Numerieren wir in dem schon erwähnten Schema (1905 S. 6, 1912 S. 25) die Blätter der 3. Generation von links nach rechts, so stammt das 4. und 5., wohl auch das 2. und 9. von Homozygoten, das 1., 6., 8. und 10. von Heterozygoten.

Wie allbekannt, erfolgt die Fertigstellung des Laubblattes gewöhnlich von der Spitze zur Basis; auch bei *Urtica* ist es so, wie man sich leicht überzeugen kann. Es sind also nach den ununterscheidbaren Kotyledonen nur die zuallererst ausgewachsenen Teile der ersten Laubblätter, die bei der heterozygotischen Pflanze die Bastardnatur verraten.

¹⁾ Bei den Kotyledonen nimmt das nicht wunder, da auch die der Eltern ununterscheidbar sind.

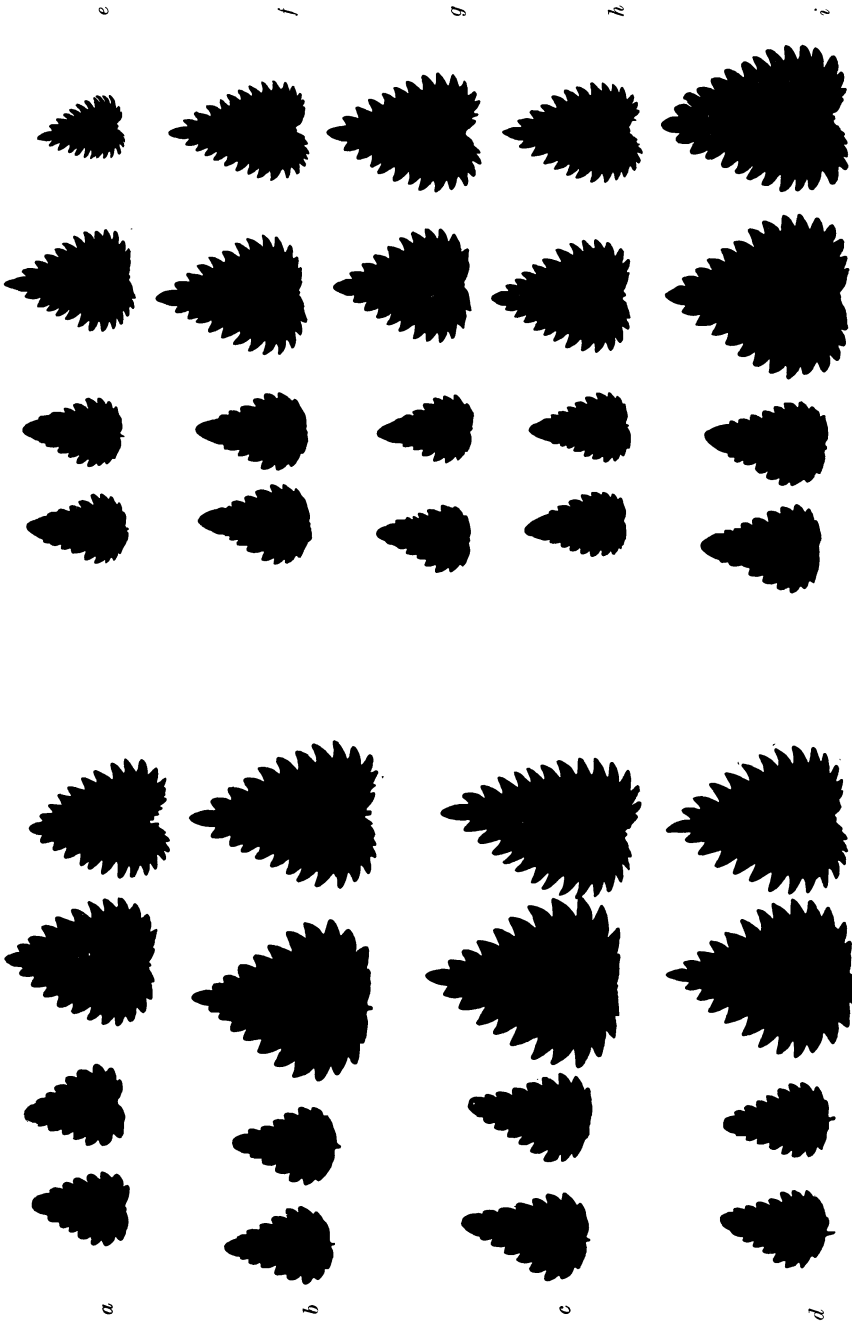


Fig. 1. Das erste Laubblattpaar und je ein Blatt des zweiten und dritten Paares, a—d von *Urtica pilulifera* und e—i vom Bastard *U. pilulifera* + *Dodartii*. (V. $\frac{1}{2}$.)

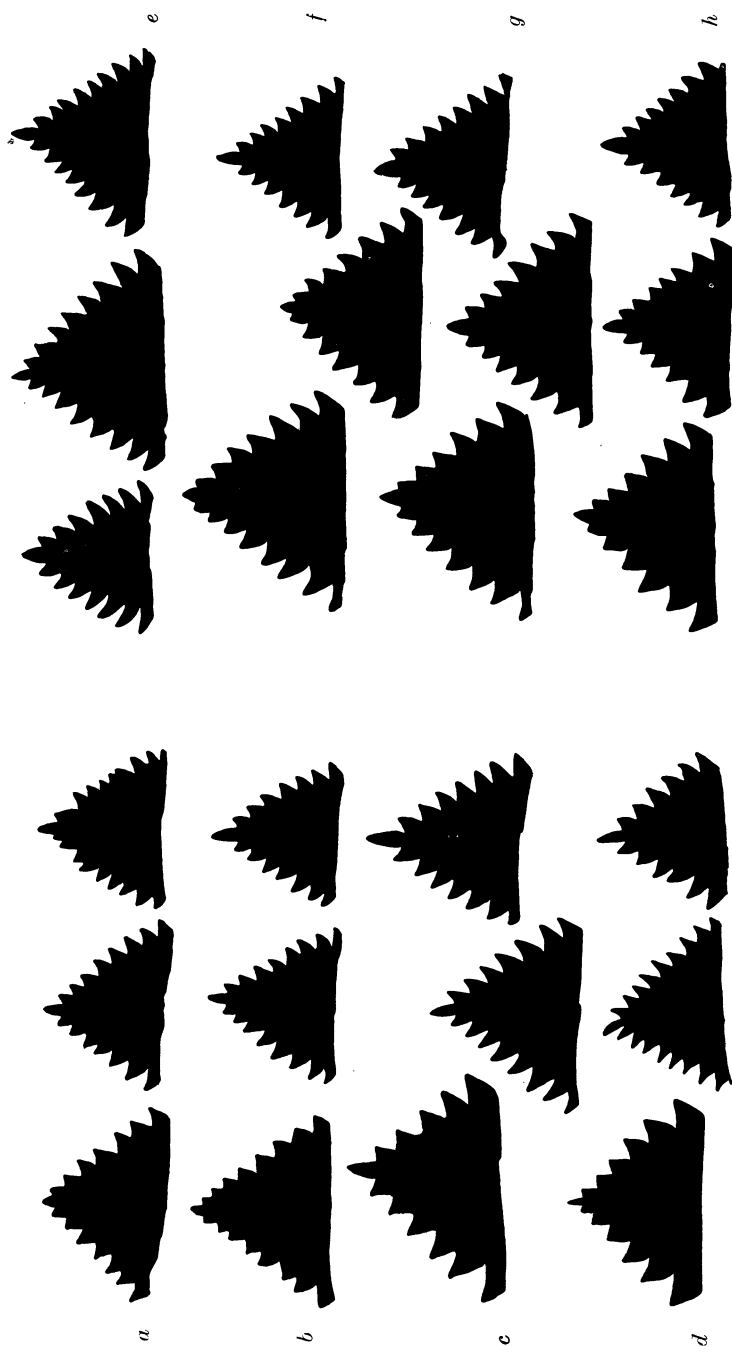


Fig. 2. Die Spitzen je eines Blattes des 4. bis 6. Paares, *a-d* von *Urtica pilulifera* und *e-h* vom Bastard *U. pilulifera* + *Dodartii*, von denselben Pflanzen, wie in Fig. 1, 3 $\frac{1}{2}$ Wochen später. (V. $\frac{1}{2}$.)

Außer in der Zähnung ist noch ein weiterer Unterschied zwischen reiner *Urtica pilulifera* und *U. Dodartii* im Umriß der beiden ersten Laubblätter vorhanden. Bei jener sind sie an der Spitze fast immer deutlich abgerundet stumpf, bei dieser ausgesprochen spitz. Die Bastarde halten darin die Mitte, wie auch die Abbildungen zum Teil zeigen; doch läßt sich dies Merkmal viel weniger sicher beurteilen als die Blattform.

Die Versuche über die Trennbarkeit der Homo- und Heterozygoten verliefen in folgender Weise:

1913 war eine größere Anzahl *pilulifera*-Pflanzen, die teils I. Homozygoten, teils II. *pilulifera* + *Dodartii* Heterozygoten sein mußten, zu andern Zwecken zusammen isoliert ausgepflanzt, aber getrennt abgeerntet worden. Ihre Samen mußten also zum Teil durch Selbstbestäubung, zum Teil durch gegenseitige Bestäubung entstanden sein, da letztere infolge der Monoecie und Verteilung der männlichen und weiblichen Blüten auf verschiedene Infloreszenzen leicht zustande kommt. Die Pflanzen der Klasse I konnten also im Frühjahr 1914 bei der Aussaat in Schalen nur *pilulifera*-Nachkommen geben, die aber zum Teil Homozygoten, zum Teil Heterozygoten sein mußten. Die Pflanzen der Klasse II mußten dagegen teils *Dodartii*-, teils *pilulifera*-Nachkommen geben, welche letztere wieder teils rein, teils Heterozygoten sein mußten. Die Pflanzen der beiden Klassen ließen sich also, auch ohne daß sie einzeln isoliert worden wären, an ihrer Nachkommenschaft unterscheiden, sobald dieselbe nicht zu klein war.

Unter den Nachkommen der Pflanzen aus der Klasse I fielen, als sie die ersten Laubblätter entfalteten, welche auf, bei denen die Blattspitze die schon beschriebene schwächere Zähnung aufwies. Sie wurden als Heterozygoten angesprochen, und es wurden aus einer Aussaat 4, aus einer andern 9 charakteristische herausgesucht und einzeln gepflanzt, ferner zur Kontrolle aus denselben Aussaaten 2 und 6, die bis zur Spitze stark gezähnte erste Laubblätter hatten, und für wahrscheinliche Homozygoten gehalten wurden. Auch unter den Sämlingen der Pflanzen der Klasse II wurden aus zwei Aussaaten 5 und 4 schwach gezähnte und zur Kontrolle 6 und 3 stark gezähnte ausgesucht und in gleicher Weise behandelt. Im ganzen standen also 22 mutmaßliche Heterozygoten und 17 mutmaßliche Homozygoten zur Verfügung, die wieder zusammen ausgepflanzt, aber getrennt abgeerntet wurden. Was wirklich Homozygoten und Heterozygoten gewesen waren, konnte im Frühjahr 1915 in größeren Aussaaten (je 0,25 g Früchtchen) am Fehlen oder Auftreten der *Dodartii* in der Nachkommenschaft erkannt werden.

Es stellte sich heraus, daß die 22 Pflanzen mit an der Spitze schwach gezähnten ersten Laubblättern tatsächlich Heterozygoten gewesen waren,

und zwar alle. Von den 17 mit stark gezähnten ersten Laubblättern waren 14 richtig als Homozygoten erkannt worden; drei aber stellten sich als Heterozygoten heraus. Diese 3 falsch bestimmten Pflanzen stammten aus derselben Aussaat von 1914 und waren aus der Saatschale in denselben Topf pikiert, also vielleicht nur unrichtig bezeichnet worden.

Im Jahre 1915 wurden die Versuche mit demselben Material (den Aussaaten, an denen obige Feststellungen gemacht worden waren) und ähnlichem aus anderen Versuchsreihen wiederholt. Es wurden also wieder mutmaßliche Heterozygoten mit an der Spitze schwach gezähntem erstem Laubblatt und vermutliche Homozygoten mit stark gezähntem aus der Nachkommenschaft beider Genotypen ausgesucht, aufgezogen und zusammen ausgepflanzt, aber getrennt, jede Pflanze für sich, abgeerntet. Außerdem war von jeder Pflanze eines der primären Laubblätter mit photographischem Papier kopiert worden, um daran fehlerhafte Bestimmungen auf ihre Ursache prüfen zu können. Im Frühjahr 1916 erfolgte die Aussaat. 112 Sämlinge waren als Heterozygoten angesehen worden; es zeigte sich, daß 107 richtig und 5 falsch bestimmt worden waren. 84 hatte ich für *pilulifera*-Homozygoten gehalten; davon waren 82 richtig bestimmt und nur 2 falsch.

Als die Kopien der Primärblätter der falschen mit denen ihrer richtig bestimmten Nachbarn verglichen wurden, war in fast jedem Falle ein merklicher Unterschied vorhanden, so daß bei größerer Sorgfalt oder Übung die meisten Fehler hätten vermieden werden können.

Auch 1916 traf ich wieder eine Auswahl. Dabei wurden zum Teil die eben besprochenen Aussaaten benutzt, zum Teil solche, die zu anderen Zwecken gemacht worden waren. Während aber früher aus größeren Mengen von Sämlingen solche mit besonders stark und besonders schwach gezähnten ersten Laubblättern ausgesucht worden waren, sollten diesmal in weniger umfangreichen Aussaaten alle *pilulifera*-Sämlinge, die sich bis zu einem gewissen Zeitpunkt weit genug entwickelt hatten, als Homozygoten oder Heterozygoten bestimmt werden. Bei den drei ersten Versuchen wurden drei Klassen gebildet: 1. Sämlinge, die sicher Homozygoten sein sollten, 2. solche, die für wahrscheinliche Heterozygoten gehalten wurden, und 3. solche, die es sicher sein sollten. Bei dem vierten Versuche wurden die zweite und dritte Klasse in eine zusammengezogen. Auch diesmal wurden Lichtpausen mit Eisengalluspapier gemacht, und zwar von den ersten beiden Laubblättern und einem Blatte des zweiten Quirls jeder Pflanze. Alle Sämlinge wurden zusammen ausgepflanzt aber einzeln abgeerntet. Die Aussaat erfolgte im Frühjahr 1917; nachstehende kleine Tabelle (S. 886) gibt das Resultat.

Im einzelnen war 1916 bei der Auswahl verschieden verfahren worden. Aus den ersten drei Aussaaten waren die einzelnen Sämlinge ohne Rücksicht auf die dabei herauskommende Verhältniszahl von Homozygoten und Hetero-

Tabelle 1.

Bestimmt als	Aus Versuch				Fehler in Prozent	Aus Versuch 16 826 Cc	Fehler in Prozent
	16 736	16 738	16 740	zusammen			
Homozygoten	4	15	5	24	8	34	35
davon richtig	4	13	5	22		22	
Heterozygoten?	5	10	6	21	14		
davon richtig	5	7	6	18			
Heterozygoten	10	19	11	40	5	65	8
davon richtig	10	17	11	38		60	

zygoten bestimmt worden, da sie ja nicht ausschließlich durch Selbstbestäubung entstanden waren. Bei der vierten Aussaat dagegen (16 826 Cc) war erst die Gesamtzahl der Sämlinge festgestellt worden, und von dieser dann genau $\frac{2}{3}$ als Heterozygoten und $\frac{1}{3}$ als Homozygoten herausgesucht, da es sich um die Nachkommenschaft von lauter isolierten Heterozygoten (aus dem Jahre 1902!) handelte. Dies war offenbar eine unbrauchbare Methode, denn tatsächlich waren, wie die Aussaaten lehrten, nur 27 Pflanzen Homozygoten, statt, wie berechnet, 34, und 72, statt 65, Heterozygoten gewesen. Trotzdem mußten, da die Fehler noch größer waren, die Homo- und Heterozygoten hier schwerer als gewöhnlich zu unterscheiden gewesen sein. Das lehrte auch ein Studium der Lichtpausen, die sonst gewöhnlich die Bestimmung leichter nachträglich als irrig erkennen ließen. Schuld daran waren wohl innere Ursachen, da die Aussaaten, in denen die Auswahl getroffen wurde, möglichst gleich behandelt worden waren.

1917 wurden endlich nochmals mutmaßliche Homozygoten und Heterozygoten aus einer größeren neuen Aussaat des Materials von 1902 (vgl. oben Versuch 16), 826 Cc, ausgelesen. 28 Sämlinge der einen und 32 der anderen Klasse kamen diesmal getrennt in zwei Gewächshäusern isoliert zur Blüte; die einzelnen Pflanzen wurden, wie sonst immer, für sich abgeerntet. Bei der Aussaat im Herbst 1917 stellte sich heraus, daß von den 28 Pflanzen, die als Homozygoten angesprochen worden waren, 22 richtig und 6 falsch, die 32 als Heterozygoten ausgelesenen dagegen alle richtig waren.

In Fig. 3b—g sind die ersten Laubblattpaare dieser 6 falsch bestimmten Sämlinge wiedergegeben, dazu zum Vergleich unter a die eines typischen homozygotischen *pilulifera*-Sämlings und unter h die eines typischen heterozygotischen Sämlings. Ich bringe in der kleinen Tabelle 2 auch noch die Nachkommenschaft der einschlägigen falsch bestimmten Pflanzen. Daß die Zahl der *Dodartii* stets unter 25 Prozent geblieben ist, rührt natürlich daher, daß die Bestäubung z. T. durch den homozygotischen Pollen der Nachbarpflanzen erfolgt war.

Ausgesät worden war jedesmal 0,3 g der ziemlich gut geputzten Ernte. Der dritte Versuch fällt durch die besonders geringe Zahl von *Dodartii*-Pflanzen

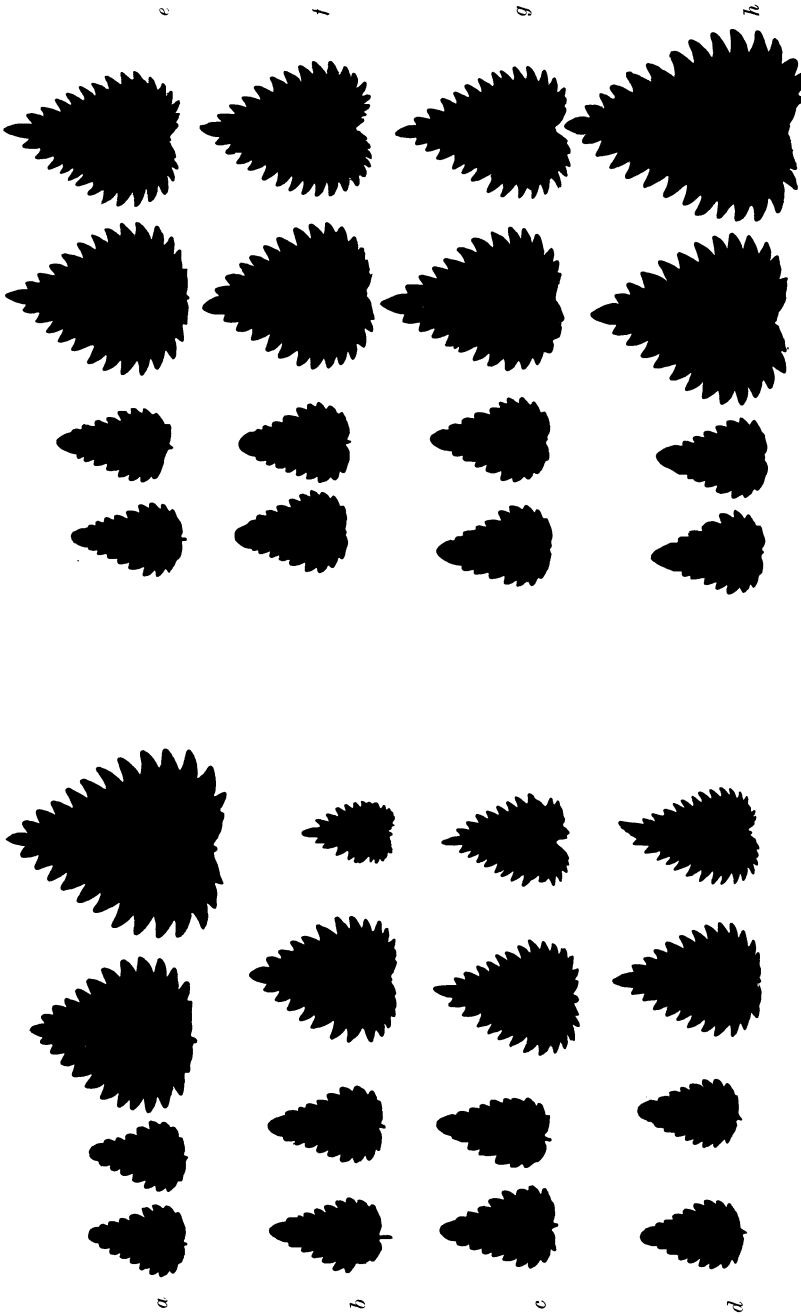


Fig. 3. Das erste Laubblattpaar und je ein Blatt des zweiten und dritten Paares von 6 Pflanzen, die irrtümlich als Homozygoten angesprochen worden waren und sich als Heterozygoten herausstellten, *b—g*. Zum Vergleich die entsprechenden Blätter eines typischen Homozygoten *a* und eines typischen Heterozygoten *h*. ($V. \frac{1}{2}$.)

Tabelle 2.

Abbildung	Versuch	I. Aussaat		II. Aussaat		Zusammen		
		Gesamtzahl	Dod.	Gesamtzahl	Dod.	Gesamtzahl	Dod.	Prozente
Fig. 3 d	1	161	23	112	20	273	43	16
„ 3 b	3	123	3	53	—	176	3	1,7
„ 3 c	4	179	26	135	11	311	37	12
„ 3 e	9	122	10	52	4	174	14	8
„ 3 f	24	157	21	116	9	273	30	11
„ 3 g	27	102	10	57	6	159	16	10

auf; die zugehörigen ersten Laubblätter in Fig. 3 b lassen die Bestimmung als Homozygote begründet erscheinen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß sie wirklich eine Homozygote war und daß bei der Ernte, die ich nicht selbst vornahm, versehentlich von einer der anderen, sicher falsch bestimmten benachbarten Versuchspflanzen (1 oder 4) etwas zu ihrer Ernte kam.

Hie und da wurden fast ganzrandige erste Laubblätter oder richtige, an Sektorialchimären erinnernde Mosaikbildungen gefunden, wie Fig. 4 ein paar zeigt. Schon das zweite Laubblattpaar war dann aber ganz oder annähernd normal gezähnt, und die Nachkommenschaft bewies in allen geprüften Fällen, daß es sich um Heterozygoten handelte.

Bildungen wie Fig. 4 c sind durch Übergänge mit dem gewöhnlichen Verhalten der Heterozygoten verbunden. Es ist hier ganz sicher, daß die Zähnung der Blattspitze beim Bastard sehr viel variabler als bei der reinen *Urtica pilulifera*, das Bastardmerkmal also viel „modifikabler“ als das Merkmal des dominierenden Elters ist, und daß deshalb die Bestimmung des ersten Laubblattpaares nicht ganz sichergelngt. In der Tat sind auch häufiger Heterozygoten für Homozygoten gehalten worden als Homozygoten für Heterozygoten. Leider läßt sich das Merkmal nicht leicht zahlenmäßig fassen, sonst würde eine Darstellung seines Verhaltens bei den beiden Genotypen in Kurvenform ein lehrreiches Bild geben.

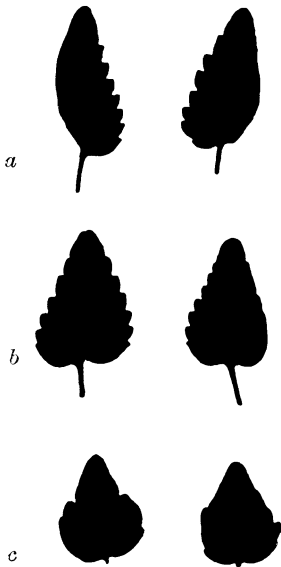


Fig. 4. Fast ungezähnte und nach Art von Sektorialchimären gesägt- und glattrandige erste Laubblattpaare von *Urtica pilulifera* + *Dodartii* Heterozygoten. (V. $\frac{2}{3}$.)

Das Verhalten der Heterozygoten *Urtica pilulifera* + *Dodartii* läßt sich als „Dominanzwechsel“ auffassen: Die Kotyledonen sind ununterscheidbar, dann dominiert eine ganz kurze Zeit lang *U. Dodartii*, hierauf weiterhin *U. pilulifera*.

Aus der Literatur sind mir nur wenige Fälle bekannt, die sich in Parallele bringen lassen.

A. LANG (1908, S. 59 und 77, Fig. 31 auf Taf. 1; 1909, S. 38) hat einmal bei der Bastardierung einer weißgelben, ungebänderten *Helix hortensis* mit einer scherbenfarbig-rosaroten *H. nemoralis* mit der Bänderformel 0 0 3 0 0 (Versuch XIII) ungebänderte Exemplare erhalten, die zuerst die sonst rezessive gelbe Schalenfarbe zeigten, so daß alle jungen Gehäuse ganz gelb, die älteren in der Apikalgegend gelb waren und die sonst dominierende Farbe — aber nicht Rot, sondern Braunviolett — erst auf den späteren Umgängen des Gehäuses, auftrat. Auch sonst sah LANG bei der Bastardierung von Varietäten der *Helix nemoralis* in gewissen seltenen Fällen zuerst Gelb über Rot dominieren, um erst im Laufe des Wachstums der Schale gegenüber Rot zu unterliegen.

Es handelt sich also bei diesen Fällen von Dominanzwechsel um Ausnahmen von dem typischen Verhalten, während in unserem Fall der Dominanzwechsel stets eintritt und nur etwas deutlicher oder weniger deutlich ausfällt, je nachdem das an und für sich sehr kurze Stadium, in dem sich *U. Dodartii* geltend macht, etwas verlängert oder verkürzt ist.

Außerdem hat A. LANG später (1912, S. 260) in diesen Tatsachen „keinen ontogenetischen Wechsel der Dominanz mehr gesehen, auch keine Erscheinung von Modifikabilität, sondern ein erbliches Phänomen“. Neben den ungebänderten Sippen mit roter, brauner und violetter Grundfarbe existierten Parallelsippen, bei denen die obersten Umgänge des Gehäuses gelb und erst die späteren rot, braun und violett seien, und diese den vollgefärbten Sippen gegenüber rezessiven, früher zu wenig beachteten Sippen könnten Schuld an dem Versuchsergebnis sein. Dazugehörige Exemplare könnten gut als „resurgente“ Formen in der Nachkommenschaft heterozygotischer, vollgefärbter Individuen auftreten. — Auf diese bei *Helix* sehr plausible Weise läßt sich natürlich das Verhalten unseres *Urtica*-Bastardes nicht erklären.

Einen zweiten Fall beschreibt IKENO (1913, S. 105) für *Capsicum annuum*. Hier hat die Sippe 29 A aufrechte Blüten- und Fruchtstiele, die Sippe 17 B dagegen abwärts gerichtete. Die Orientierung hängt von der Wirkung der Schwerkraft ab. Der Bastard zwischen den beiden Sippen hat Blütenstiele, die nach oben gerichtet sind und zu Fruchtstielen werden, die sich mehr und mehr neigen und schließlich nach unten sehen. Die geotropische Reaktionsfähigkeit ändert sich also; der negative Geotropismus schlägt in den positiven um. Der Wechsel fällt mit einem scharf bestimmten Moment der Entwicklung zusammen: mit der Befruchtung oder mit dem Beginn der Samenbildung, mit der sich die geotropische Reaktionsweise überhaupt sehr oft ändert, wie ich nicht auszuführen brauche (PFEFFER 1904, z. B. S. 564). Fraglich ist nur, ob diesem Stimmungswechsel ein „Dominanzwechsel“ entspricht. Die Fähigkeit zur Änderung der Richtung muß erblich festgelegt sein, und es ist nicht

sehr wahrscheinlich, daß ein Gen die ganze komplizierte Bewegung der Stiele — auch bei den aufrechten der Sippe 29 A nicken die Blüten — beherrscht. Es läßt sich gut vorstellen, daß die Reaktionsweise der Stiele durch mindestens zwei (nacheinander in Funktion tretende) Gene bestimmt wird, so daß ein „positives“ (der Sippe 17 B „fehlendes“) Gen der Sippe 29 A die aufrechte Stellung der Blüte, ein „positives“ (der Sippe 29 A „fehlendes“) der Sippe 17 B die hängende Stellung der Frucht bedingt, eventuell unter „Reduplikation“, so daß der Bastard immer spaltet, wie z. B. der der *Silene Armeria albida* + *rosea*. Eine solche Auffassung ließe sich auch phylogenetisch ganz gut verstehen. — Jedenfalls unterscheidet sich dieser von IKENO gefundene Fall — auch wenn es sich um einen richtigen Dominanzwechsel handelt, wie sein Entdecker will — dadurch von unserem, daß der Dominanzwechsel mit einem ganz scharf charakterisierten Wendepunkt in der Entwicklung des Stieles zusammenfällt.

Weitere als „Valenzwechsel“ (PLATE 1913, S. 205) angesprochene Fälle, z. B. die Axolotl-Albinos HÄCKERS (1908), von denen ein Teil mit dem Alter gescheckt wurde, und PLATE's weiß werdende Mäuse, sind wohl richtig gedeutet, aber vielleicht doch nicht in jeder Hinsicht aufgeklärt.

Wir können als Erbformel schreiben: für *Urtica pilulifera* $PPDD$ für *U. Dodartii* $ppDD$ und für den Bastard $PpDD$, wobei P der Faktor ist, der die scharfe Sägezählung bedingt. Das läßt sich auch phylogenetisch gut annehmen, wobei es zunächst gleichbleibt, ob man bei der *Dodartii* $ppDD$ mit der Präsenz- und Absenzhypothese den Faktor P fehlen und die *Dodartii* also eine wirkliche Vorstufe der *pilulifera* sein läßt oder sich den Faktor P inaktiv denkt und sich die *Dodartii* als einer phylogenetischen Vorstufe der *pilulifera* ähnlich vorstellt.

Man wird sich nun den „Dominanzwechsel“ nicht als Änderung in der Stärke der Gene denken wollen, also nicht so, daß DD bei der Heterozygote ($PpDD$) nur eine kurze Zeit hindurch P unterdrücken könne, dagegen bei der Homozygote ($PPDD$) PP überhaupt nicht, sondern eher annehmen, daß die Entfaltung von P nur zeitlich verzögert wird, so daß sich bis dahin DD zeigen kann. Es liegt dann gar kein „Wechsel“ der „Dominanz“ vor. Merkwürdig bleibt aber immer noch, daß die Verzögerung nur dann eintritt, wenn P einmal in der Erbmasse vorhanden ist, und unterbleibt, wenn es sich zweimal findet. Dies weist darauf hin, daß der zeitliche Unterschied im Grunde doch wieder ein Unterschied in der Entfaltungsstärke einem Widerstand gegenüber ist, und daß DD doch einen wirklichen Einfluß hat (oder besser vielleicht ein latentes P , also p).

Zusammenfassend können wir sagen: Der früher für ununterscheidbar gehaltene Bastard *Urtica pilulifera* + *Dodartii* ist von den *pilulifera*-Homozygoten an ein paar fehlenden Zähnen an der Spitze der ersten Laubblätter — die dadurch *Dodartii*-ähnlich wird — zu trennen. Sonst dominiert die Zähnung der *U. pilulifera* völlig. Dieser „Dominanzwechsel“ — in Wirklichkeit liegt nur eine Verzögerung der Entfaltung einer Anlage vor — ist lehrreich; er zeigt, daß die praktisch so wichtige Unterscheidung der Heterozygoten und dominierenden Homozygoten doch noch, wenn auch nur an einem ganz kurzen Entwicklungsstadium, möglich sein kann. — Das Bastardmerkmal ist viel modifikabler als das des *pilulifera*-Elters.

II. *Mirabilis Jalapa xantha* und ihre Bastarde.

A. Die *xantha*-Sippe und die Chlorophyllsippen überhaupt.

a. Einleitung.

In einigen früheren Mitteilungen habe ich unter anderm verschiedene Sippen der *Mirabilis Jalapa* beschrieben, die sich durch die Farbe ihrer grünen Teile unterscheiden: außer der *typica* mit normalem Grün die *chlorina* (1909, S. 293, G. A. 30, 614; 1902, S. 598, G. A. 11, 318 und 1903, S. 141, G. A. 12, 337 noch „*aurea*“ genannt) mit etwa 30 Prozent des Farbstoffgehaltes der typischen Sippe, die *variegata* (1909, S. 296, G. A. 30, 618 und vor allem 1910, S. 419, G. A. 32, 657 und 1912, S. 69, BORNTRÄGER, auch schon 1902, S. 598, G. A. 11, 318), die auf *chlorina*-Grund Flecken des Grünen der *typica* zeigt, und die *albomaculata* (1909 a, S. 313, G. A. 30, 633 und vor allem 1909 b, S. 331, G. A. 31, 648), die weiß und grün gescheckte Blätter hat. Erwähnt habe ich ferner schon (1915, S. 587, Anm., G. A. 38, 761) die Sippe *semichlorina* mit 60—70 Prozent des Farbstoffgehaltes der *typica*, die einstweilen ausgeschieden werden soll, da mit diesem Merkmal noch andere verbunden sind. Dagegen wird hier über eine neue Sippe *xantha* berichtet, bei der (fast) nur die gelben Blattfarbstoffe ausgebildet werden, und die selbständig nicht lebensfähig ist.

Seit meinem ersten Berichte sind, vor allem von BAUR und SHULL, in einer ganzen Reihe anderer Verwandtschaftskreise verschiedene erbliche Abänderungen der Blattfarbstoffe beschrieben worden — man könnte sie als „Chlorophyllsippen“ zusammenfassen —, die teils mit den von mir geschilderten übereinstimmen, teils sich mehr oder weniger davon unterscheiden.

Die Mannigfaltigkeit ist so groß und unsere Kenntnisse gewöhnlich noch so gering, besonders in dem, was jenseits des einfachen genetischen Verhaltens liegt, daß es zunächst besser ist, auseinander zu halten, was sich auseinander halten läßt. Trotzdem kann man schon jetzt sagen, daß dieselbe Sippe, also dasselbe Gen, in verschiedenen Verwandtschaftskreisen vorkommen kann. Besonders die *chlorinae* scheinen sehr weit verbreitet zu sein.

Man kann die Unterschiede in der Laubblattfarbe in zweifacher Weise angeben. Entweder beschreibt man die Färbungen, indem man sie mit bestimmten, irgendwie festgelegten Normalfarben vergleicht, die allgemein zugänglich sind. Diesen Weg hat G. H. SHULL (1914) beschrrieben, der bei *Melandrium* Bestimmungen mit Hilfe des MILTON-BRADLEY'schen Farbenkreisels ausgeführt hat¹⁾. Oder man vergleicht die Blattfarbstoffe quantitativ, roh, alle zusammen, wie ich es seit 1902 an den alkoholischen Lösungen mit Hilfe des Kolorimeters getan habe, oder man trennt sie und bestimmt sie mit den Methoden WILLSTÄTTER's quantitativ. Dies wäre natürlich stets das beste.

Durch WILLSTÄTTER's und STOLL's Untersuchungen über Chlorophyll (1913) steht unsere Kenntnis der Blattfarbstoffe auf festerem Boden als je vorher. Es sind in den grünen Pflanzen nur 2 grüne Chlorophylle, *a* und *b*, und 2 gelbe Carotinoide, Xanthophyll und Carotin, vorhanden. Die Dinge liegen also relativ einfacher, als man vielfach angenommen hatte. Das Verhältnis der 4 Komponenten fanden die Verfasser bei den untersuchten typisch grünen Pflanzen stets ähnlich; wenigstens waren die Unterschiede zwischen ungleichen Blättern derselben Pflanze, aufs Trockengewicht bezogen, viel größer als zwischen verschiedenen Pflanzenarten.

Die Erfüllung meines Wunsches, die verschiedenen Sippen und Sippenbastarde auf diese Weise zu untersuchen und untersuchen zu lassen, ist durch den Krieg einstweilen verhindert worden. Ich kann nur Angaben über den alkoholischen Blattauszug und seine allbekannte Entmischung mit Petroläther machen. Doch lassen sich schon daraus einige Schlüsse ziehen.

Die von SHULL angewendete Methode des Vergleiches hat den Vorzug, daß sich jeder mit Hilfe der gleichen Norm, z. B. des gleichen Farbenkreisels, die beobachtete Nuance wieder vergegenwärtigen kann. Sie gewährt aber gar keinen Einblick in die absolute und relative Menge der verschiedenen Blattfarbstoffe. Es ist vor allem nicht außer acht zu lassen, daß selbst auffällige, scheinbar qualitative Unterschiede nur quantitativ bedingt sein können, weil dieselbe rohe Chlorophylllösung beim Verdünnen (also bei abnehmender Konzentration in gleich dicker Schicht oder bei gleicher Konzentration in abnehmender Schichtdicke) immer gelber wird, genau wie es eine rote Hämoglobulinlösung unter den gleichen Umständen auch tut. Die charakteristische Farbe einer gelbgrünen Sippe kann also entweder durch Abnahme der Intensität aller Farbstoffe oder durch die alleinige oder doch überwiegende Abnahme nur der beiden Chlorophylle zustande kommen oder gleichzeitig auf beide Wege.

Ein Beispiel für den ersten Fall ist die typische *chlorina*-Sippe bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera*, *Tropaeolum majus* usw. Sie sieht gegenüber der

¹⁾ und ganz neuerdings O. DRUDE (1916), der für *Cucurbita* den im Erscheinen begriffenen Ostwaldschen Farbenatlas benutzte.

normalgrünen Stammform entschieden hellgelbgrün aus. Vergleicht man aber die alkoholischen Blattauszüge beider kolorimetrisch, so stellt sich heraus, daß der Unterschied ganz oder fast ausschließlich durch die verschiedene Konzentration aller Farbstoffe bedingt wird. Zu jeder bestimmten Schichtdicke des *chlorina*-Auszuges läßt sich eine Schichtdicke des *typica*-Auszuges finden, bei der die beiden aneinanderstoßenden, halbkreisförmigen Felder des DUBOSCHEN Kolorimeters völlig oder fast völlig gleich sind. Dabei bleiben die beiden Schichtdicken annähernd proportional.

Für den zweiten Fall ist die Sippe *peraurea* der *Urtica urens*, die wir in der folgenden Mitteilung kennen lernen werden (S. 912), ein Beispiel (und wohl auch BAUR's *Antirrhinum majus aureum*). Hier sind im Kolorimeter die beiden Lösungen (aus jungen, normalen Pflanzen) nicht wirklich vergleichbar zu bekommen; die *peraurea*-Lösung ist stets gelber. Je dicker die Schichten sind, desto augenfälliger ist der Unterschied; je dünner sie werden, desto ähnlicher wird ihr Aussehen (weil die Lösung der Chlorophylle *a* und *b* umso gelber wird, je dünner die Schicht wird). Es bleibt aber stets ein auffallender Unterschied bestehen.

Schon KRÄNZLIN (1908, S. 58) hat mit TSWETT's Adsorptionsmethode für verschiedene, auf ihre Vererbung nicht untersuchte, gelbgrüne Sippen („*aurea*“ von *Ptelea trifoliata*, *Ligustrum vulgare* usw.) angegeben, daß im allgemeinen weniger Farbstoffe vorhanden seien, die Xanthophylle aber fast gleich blieben oder gar etwas zunähmen. In einer Untersuchung aus dem Jahre 1915 (S. 325) haben dann WILLSTÄTTER und STOLL unter anderm auch den Chlorophyllgehalt und die Carotinoide für die gelbgrüne *Sambucus nigra aurea* (die, soviel ich weiß, auf ihr genetisches Verhalten noch nicht untersucht ist) bestimmt und gefunden:

10 g frische Blätter	Chlorophyll	Prozente	Xanthophyll	Prozente	Carotin	Prozente
<i>typica</i>	18,3 mg	100	1,45 mg	100	0,89 mg	100
<i>aurea</i>	0,4 mg	4	0,71 mg	41	0,14 mg	16

oder in Prozenten der gesamten Farbstoffmenge:

10 g frische Blätter	Chlorophyll	Xanthophyll	Carotin	Zusammen
<i>typica</i>	89	7,0	4,3	100
<i>aurea</i>	32	57,0	11,0	100

Für einige andere „*aurea*“-Sippen (von *Quercus Robur* und *Acer Negundo f. versicolor*) geben sie (S. 329) für frische Blätter nur den ebenfalls relativ sehr geringen Chlorophyllgehalt von 7,5 und 13,5 Prozent der normalen Sippen an.

b. Die *xantha*-Sippe.

Bei der Sippe *xantha* fehlen nun die beiden Chlorophylle ganz oder fast ganz, während die Carotinoide (Xanthophyll und Carotin) gebildet werden und zunächst zusammen wahrscheinlich sogar in etwas größerer Menge vorhanden sind. Stellt man aus gleichen Gewichtsteilen¹⁾ gleich alter Kotyledonen der Sippen *typica*, *chlorina* und *xantha* alkoholische Auszüge her und schüttelt in gleich weiten Reagiergläsern je einen Teil mit zwei Teilen Petroläther und etwas Wasser, so ist die alkoholische (vor allem das Xanthophyll enthaltende) Schicht aus der *xantha* sehr viel intensiver gelb, mit Stich in Orange, als die aus der *chlorina*, und selbst noch merklich stärker als die aus der *typica* (welch letztere gegenüber der aus der *chlorina* ganz entschieden dunkler ist).

Die Ausbildung der *xantha*-Früchtchen und ihre Keimung erfolgt so gut wie jene der Früchtchen, die normale Pflanzen geben. Das geht aus der auffallenden Übereinstimmung hervor, die zwischen der berechneten und beobachteten Prozentzahl *xantha*-Individuen beim Spalten ihrer Bastarde besteht (Tab. 5), läßt sich übrigens auch direkt an den Keimprozenten der Früchte von *xantha*-abspaltenden Heterozygoten und von *xantha*-freien Homozygoten derselben Herkunft zeigen (S. 903).

Die Keimlinge haben oft intensiv und rein gelbe Kotyledonen. Manche sind etwas grünlichgelb, selten fast *chlorina*-ähnlich. Dies Verhalten erfordert noch ein eingehendes Studium (vgl. übrigens S. 899 Anm.). Nie treten dazwischen chlorotische oder albinotische Sämlinge auf, die ich bei *Mirabilis Jalapa* bis jetzt nur in der Nachkommenschaft der Sippe *albomaculata* gesehen habe.

Die Kotyledonen wachsen heran, bleiben aber in ihrer Entwicklung hinter *chlorina* und *typica* zurück. Fig. 5 zeigt einen Saattopf mit *chlorina*- und den mit × bezeichneten *xantha*-Sämlingen. Ich habe auch bei einer Anzahl von Sämlingen der *typica*, *chlorina* und *xantha* derselben Aussaaten die Breite des größeren Kotyledos gemessen und teile in der kleinen Tabelle 3 die Ergebnisse mit.

Die starke Asymmetrie der Kurven rührt natürlich davon her, daß neben fertig ausgebildeten Kotyledonen auch welche gemessen wurden, die noch im Wachstum begriffen waren. Auch die Plumula entwickelt sich noch, und das erste Laubblattpaar kann über 1 cm lang werden, ehe der Keimling eingeht. Die Farbe verbleicht allmählich zu gelblich, ehe das Absterben bei den Kotyle-

¹⁾ Es handelt sich stets um Frischgewicht. Das Trockengewicht fand ich, unerwarteterweise, bei *typica* am niedrigsten, bei *xantha* am höchsten: *typica* (1,09 g) = 7,89 Prozent, *chlorina* (0,49 g) = 9,72 Prozent, *xantha* (0,455 g) = 9,87 Prozent des Frischgewichtes. Plester (1912, S. 36) hatte bei erwachsenen Pflanzen das Trockengewicht der *chlorina* etwas niedriger als das der *typica* gefunden (als Mittel aus je 4 Bestimmungen zu 15,39 statt 15,51 Prozent).

donen vom Rande her beginnt. Pflöpft man aber die *xantha*-Sämlinge auf normale Sprosse, so kann man sie nicht nur am Leben erhalten, sondern sich auch, wenngleich langsam, weiterentwickeln sehen; die intensiv gelbe Farbe macht auch dann allmählich einem Elfenbeinweiß Platz. Die in Fig. 6 (S. 896) abgebildeten Pflöpfungen aus dem Jahre 1914 haben es noch zur Bildung der

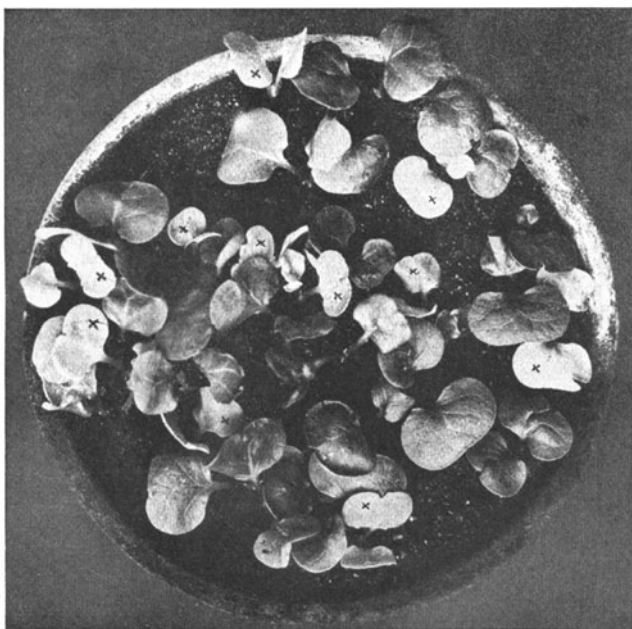


Fig. 5. Saattopf mit *chlorina*- und *xantha*-Sämlingen (×) der *Mirabilis Jalapa*.

ersten, einige Millimeter langen Blütenknospen gebracht, ehe die Versuche abgebrochen werden mußten. Es muß auf diese Weise möglich sein, Nachkommen der *xantha*-Sämlinge zu erzielen.

Tabelle 3.

mm	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	Mittel
<i>typica</i> (131) . . .	—	—	2	2	1	7	6	15	22	29	24	15	7	1	29,6
<i>chlorina</i> (126) . . .	—	1	—	1	8	6	9	18	33	33	14	3	—	—	28,0
<i>xantha</i> (103) . . .	2	3	8	7	8	23	24	23	5	—	—	—	—	—	22,7

Das Gelingen der Pflöpfungen hängt davon ab, daß die Sämlinge nicht schon zu alt sind und noch genug Reservematerial enthalten.

Die *xantha* vererbt sich, wie wir gleich sehen werden, als Rezessive nach dem einfachen monohybriden Schema und ist sehr wahrscheinlich identisch mit manchen gelben, nicht lebensfähigen Sippen, wie sie z. B. bei Roggen und Gerste von NILSSON-EHLE (1913) beobachtet und in ihrem genetischen Verhalten beschrieben worden sind, aber nicht mit allen gelben Sippen, so nicht mit den Homozygoten des *Antirrhinum majus aureum*, wie wir noch sehen werden, auch nicht mit den gelblichweißen Sämlingen des Mais, die später

ganz ergrünen können, und über die EMERSON (1912, S. 93) und MILES (1915, S. 198) Mitteilungen gemacht haben.



Fig. 6. *Mirabilis Jalapa xantha* als Sämlinge auf *M. J. chlorina* gepfropft. Die *xantha*-Reiser heben sich durch ihre weiße Farbe gut ab; die Zweige der Unterlage sind etwas abgedeckt worden.

c. Das Verhältnis der Chlorophyllsippnen zueinander.

Ehe wir auf die Vererbungserscheinungen der *xantha* eingehen, können wir, ohne einer exakten quantitativen Analyse der Blattfarbstoffe vorzugreifen, zusammenfassend über die Sippen, die durch Merkmale der Blattfarbstoffe verschieden sind, bei *Mirabilis Jalapa*, und wohl allgemein, sagen: Von der *typica* leiten sich mindestens zwei Sippenreihen ab. Die eine zeigt eine allgemeine und annähernd gleichmäßige, bleibende Abnahme aller Farbstoffe, die andere im wesentlichen nur eine Abnahme der beiden Chlorophylle. In

die erste Reihe gehört z. B. *chlorina* und *semichlorina* (der *pallida* SHULL's 1914, S. 51 bei *Melandrium* ähnlich)¹⁾, am Ende steht eine *chlorotica* und eine *albina*-Sippe. In die andere gehört *peraurea*; an ihrem Ende steht die *xantha*. Vielleicht findet sich auch noch eine dritte Reihe, in der die gelben Farbstoffe stärker abnehmen als die grünen, oder vermittelnde Reihen. Wir können uns das verschiedene Verhalten der Sippen an dem Schema Fig. 7 klar machen, bei dem die Länge der Striche *c* die Menge der Chlorophylle und die Länge der Striche *x* die Menge der Carotinoide bei den übrigen Sippen angeben soll, im Verhältnis zu der Menge bei der in die Mitte gestellten *typica*. Die Längen

¹⁾ Die *semichlorina* hat etwa soviel Chlorophyll wie die *pallida* und gibt, wie diese, mit *chlorina typica*-farbige Bastarde, spaltet aber anders.

können einstweilen zum Teil nur ganz schätzungsweise richtig sein. Die aufgeführten Sippen stellen nur einen Bruchteil der wirklich vorhandenen dar, mögen aber hier genügen.

Die Sachlage wird dadurch noch komplizierter, daß sich das Verhältnis der grünen und gelben Farbstoffe während der Entwicklung als erbliches Merkmal verschieben kann. So wird, wie wir noch sehen werden, die *peraura*-Sippe der *Urtica urens* zuletzt der *chlorina*-Sippe ähnlich¹⁾, indem später mehr grüne Farbstoffe gebildet werden (S. 917), und umgekehrt gibt es bei *Mirabilis Jalapa chlorina* eine *aurata*-Sippe, bei der die Menge der gelben Blattfarbstoffe so zunimmt, daß die älteren, dem vollen Lichte ausgesetzten Blätter goldig überlaufen sind. Sie ist wohl mit der „goldenen“ Sippe des Mais identisch, die EMERSON (1912) und MILES (1915, S. 202) beschrieben haben.

Außer durch diese im Ablauf der Ontogenie auftretenden Veränderungen wird die Unterscheidung der Blattfarbensippen noch ganz besonders erschwert durch den großen Einfluß, den die äußeren Bedingungen

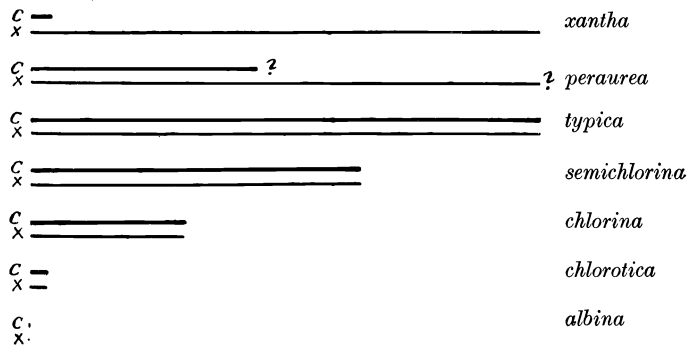


Fig. 7. Schema, den Gehalt an Chlorophyll (c) und Carotinoiden (x) für verschiedene Chlorophyllsippen annähernd versinnlichend. Vgl. den Text.

auf die Ausbildung der Farbstoffe haben, und der bei den farbstoffreichsten Sippen am auffälligsten ist (1909a, S. 293, G. A. 30, 614). Dabei wird nicht nur die Gesamtmenge der Blattfarbstoffe, sondern auch ihr relatives Verhältnis getroffen, wie aus den exakten vergleichenden Untersuchungen WILLSTÄTTER'S und STOLL'S (1913) für Licht- und Schattenblätter hervorgeht, auch wenn ihr Material vielleicht nicht immer genetisch einheitlich war²⁾.

Der Einfluß des mehr oder weniger freien Standes der Versuchspflanzen ist z. B. gerade bei *Mirabilis* sehr wirksam. Sie werden auf den meterbreiten Beeten in drei Reihen ausgepflanzt, und die Mittelreihe ist immer durchschnittlich heller grün als die Seitenreihen. Gerade hier ist es deutlich, daß es zur Unterscheidung der Sippen nicht bloß darauf ankommt, sie unter den

¹⁾ Derselbe Erfolg kann durch bestimmte äußere Bedingungen schon bei Keimlingen erreicht werden.

²⁾ Die Schattenblätter, stets wasserreicher, waren im Gehalt an Chlorophyll *a* fast unverändert, an Chlorophyll *b* besser daran als die Lichtblätter, ihr Carotingehalt war auffällig geringer, der an Xanthophyll nur wenig verändert. Untersucht wurden *Sambucus nigra*, *Aesculus Hippocastanum*, *Platanus acerifolia* und *Fagus sylvatica*.

gleichen äußeren Bedingungen zu ziehen, wie man oft sagt, sondern daß man auch die Bedingungen aufsuchen muß, die für die Unterscheidung am günstigsten sind, auf die die verschiedenen Genotypen am verschiedensten reagieren.

Neben dem Verhalten der Farbstoffe der reinen Sippen ist stets auch das Verhalten bei der Bastardierung zur Charakterisierung heranzuziehen, natürlich mit möglichst eingehender Analyse. Ein gutes Beispiel für ihre Notwendigkeit hat jüngst Trow (1916, S. 65) gegeben. Er hat bei *Senecio vulgaris* außer Pflanzen, die im Verhältnis 3 : 1 in *typicae* und Albinos spalteten, auch solche gefunden, die im Verhältnis 15 : 1 Albinos hervorbrachten. Es liegen jedoch keine verschiedenen *albina*-Sippen vor, wie man zunächst denken könnte, sondern das normale Grün kommt genetisch auf verschiedene Weise zustande. Es gibt zwei Faktoren, *A* und *B*, von denen jeder für sich allein (*AA bb* und *aa BB*) schon normales Grün gibt, und beide zusammen (*AA BB*) tun es auch. Wenn beide fehlen (*aa bb*), ist der Sämling albinotisch. Ist eine Pflanze nur in einem Faktor heterozygotisch, und fehlt der andere (*Aa bb* oder *aa Bb*), so ist sie normal grün und spaltet im Verhältnis 3 *typica* : 1 *albina*. Ist sie hinsichtlich beider Faktoren heterozygotisch (*Aa Bb*), so tritt in der Nachkommenschaft auf 15 grüne Pflanzen nur 1 Albino auf. Hat sie endlich die Erbformel *Aa BB* oder *AA Bb*, so ist sie konstant grün, wie wenn sie die Erbformel *AA BB* hat.

Zwei entsprechende Faktoren für Grün liegen mir bei *Urtica pilulifera typica* vor; ich fand Pflanzen, die (nach der Korrektur, die durch die teilweise Fremdbestäubung nötig gemacht wird und leicht durchführbar ist) entweder etwa 25 Prozent oder etwa 6,25 Prozent chlorotische Sämlinge hervorbrachten. Die Ausarbeitung in Einzelkultur wird wegen der großen technischen Schwierigkeiten noch einige Zeit erfordern.

d. Erbformeln und Phylogenie.

Hinsichtlich der Erbformeln sei noch folgendes vorausgeschickt. Ich hatte ursprünglich eine Anlage *C* für die Sippe *chlorina*, eine darauf epistatische Anlage *V* für die Sippe *variegata* und eine wieder darauf epistatische Anlage *G* für die Sippe *typica* angenommen (1909 a, S. 308, G. A. 30, 628), so daß also *chlorina CC vv gg*, *typica CC VV GG* oder *CC vv GG* wäre. Damit ließen sich alle mir damals bekannten Tatsachen gut erklären. Später hat E. BAUR nach seinen Versuchen mit Chlorophyllsippen bei *Antirrhinum* (1910b, S. 89) die Anlagen nicht als epistatisch, sondern als Steigerungsfaktoren angesprochen. Er nahm nun einen Faktor *Z* an, dessen Anwesenheit Voraussetzung dafür ist, daß überhaupt eine Färbung erfolgt, und der Gelb gibt; *zz* ist farblos, *Zz* und *ZZ* sind gelb und alle drei nicht lebensfähig. Dann einen Faktor *Y*, der nur wirkt, wenn *Z* wenigstens einmal vorhanden ist und in *ZZ YY* eine *chlorina*-Färbung

bedingt. Endlich einen Faktor N , der in Verbindung mit Z und Y teils normales Grün gibt ($ZZ YY NN$), teils die gelbgrüne *aurea* ($ZZ Yy NN$). SHULL (1914) schloß sich im wesentlichen BAUR an. Auch ich bin bald zur Überzeugung gekommen, daß die epistatischen Faktoren nicht alle Erscheinungen erklären.

Wir werden uns im folgenden, der Einfachheit halber, BAUR anschließen und mit ihm einen Faktor für die gelben Farbstoffe (nicht noch einen besonderen mit SHULL [1914] für „Farbstoffbildung überhaupt“) annehmen und ihn mit Z bezeichnen, obwohl er von dem Z in BAUR's *Antirrhinum majus aureum* vielleicht verschieden ist (S. 919). Dann einen Faktor für *chlorina*, für den wir aber den Buchstaben C beibehalten werden, weil Y besser mit der *aurea*-Sippe verbunden bleibt, die mit der echten *chlorina* bei *Mirabilis* wohl nichts zu tun hat. Endlich den Faktor, der *chlorina* zu *typica* steigert, und den auch wir N nennen. Dann ist die *Mirabilis Jalapa typica* $NN CC ZZ$, die *chlorina* $nn CC ZZ$ und die *xantha* $nn cc ZZ$.

Dabei dürfen wir freilich nicht vergessen, daß zwischen den Faktoren C und N nach dem, was wir jetzt wissen, ein wesentlicher Unterschied besteht. N läßt sich auch bei *Mirabilis* als einfacher Steigerungsfaktor auffassen, der nur wirkt, wenn C vorhanden ist¹⁾. *Chlorina* dagegen ist nicht einfach ZZ + ein Etwas, denn es ist bei ihr nicht nur die Menge der grünen Farbstoffe größer als bei der *xantha*, sondern auch die Menge der gelben herabgesetzt (S. 897). Dagegen könnte man sich die *peraaurea* aus der *xantha* durch eine solche einfache Steigerung der schon in Spuren vorhandenen Chlorophyllmenge durch ein Y entstanden denken, ohne wesentliche Änderung der gelben Farbstoffe, wozu dann freilich wohl ein anderes N als Steigerungsfaktor gehören müßte. Da wir einstweilen doch keinen Einblick in eine möglicherweise vorhandene korrelative Beeinflussung der Faktoren für Grün und Gelb untereinander haben, wollen wir hier nicht so viel Gewicht auf diesen Umstand legen, um die sonst so gut passende Bezeichnungsweise zu verlassen.

Auch eine andere berechtigte Überlegung soll uns nicht dazu veranlassen.

Fast allgemein nimmt man an, daß aus den normal grünen *typica*-Sippen durch Wegfall von Faktoren die Sippen mit verschiedener Laubfarbe entstanden sind, also aus *typica* $ZZ CC NN$ durch Ausfall von NN die *chlorina*, daraus durch Ausfall von CC die *xantha* und daraus endlich durch Ausfall von ZZ die *albina*. Diese gewöhnliche Auffassung ist aber kaum richtig. Es läßt sich gelegentlich zeigen, daß überhaupt kein Wegfall von Faktoren vorliegen kann.

¹⁾ Auffallend bleibt es vom physiologischen Standpunkt, daß NN und Nn nur die Chlorophyllmenge von $nnCCZZ$ steigern kann und nicht auch die, freilich nur minimale Bildung grüner Farbstoffe der *xanthae* mit den Erbformeln $Nn cc ZZ$ und $NN cc ZZ$, also genau auf C abgestimmt zu sein scheint. Vielleicht haben die Schwankungen des Stiches in Grün bei *xantha* (S. 894) doch etwas hiermit zu tun.

Bei einer *chlorina* fand ich z. B. einmal auf einem Blatt einen ziemlich großen, typisch grünen Fleck. Er genügt als Beweis dafür, daß bei der *chlorina* das typische Grün nicht durch Wegfall eines Faktors *N* herabgesetzt ist, sondern daß die Möglichkeit zu seiner Bildung gegeben, es nur in der Entwicklung gehemmt ist und gelegentlich wieder auftreten kann. Fig. 8 stellt den Fleck in natürlicher Größe dar. Die Pflanze, die ihn aufwies, hatte außer diesem Blatt über 400 reine *chlorina*-Blätter gebildet und zeigte auch im folgenden Jahre nur solche. Sie stammte aus dem Versuche 1534 bzw. 12 243

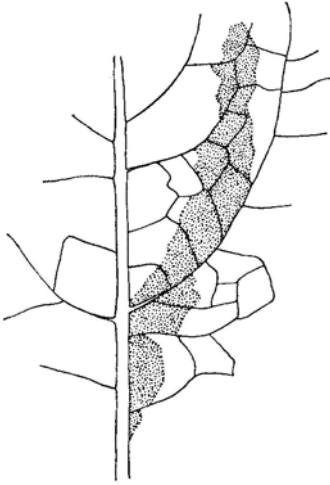


Fig. 8. Ein auf einem Blatt von *Mirabilis Jalapa chlorina* aufgetretener typisch grüner Fleck. (Natürliche Größe.)

der gleich zu besprechenden größten *xantha*-Versuchsreihe (S. 901) und hatte einen ganz reinen Stammbaum und 24 reine *chlorina*-Geschwister. Von *variegata* Pflanzen war sie schon dadurch verschieden, daß bei diesen die dunkelgrünen Flecke um so kleiner werden, je weniger (seltener) sie gescheckt sind.

Diese und ähnliche Erscheinungen lassen sich noch in doppelter Weise erklären. Einmal könnten die Faktoren (in unserem Fall der Steigerungsfaktor *N*) statt wegzufallen, nur inaktiv, latent, geworden sein, oder es könnten Hemmungsfaktoren die Bildung des normalen Grün mehr oder weniger weit herabsetzen, wobei Endstufen, wie *xantha* z. B. eine ist, über Mittelglieder (*per aurea*) durch mehrere Faktoren oder direkt durch einen Faktor erreicht worden wären. So oder so könnte die *chlorina* entstanden sein,

und der grüne Fleck wäre im ersten Fall durch Wiederaktivwerden, im zweiten durch Latentwerden auf beschränktem Areal zu erklären.

Die erste Annahme (daß die Faktoren, statt wegzufallen, latent würden) setzt — wie jene, daß die Faktoren wegzufallen — voraus, daß *albina* und *xantha* die Ausgangspunkte zweier phylogenetischer Entwicklungsreihen seien, aus denen durch Hinzutritt immer neuer Faktoren schließlich jedesmal *typica* würde. Denn die Faktoren, die der Reihenfolge nach wegzufallen sollen, müßten doch einmal in derselben, bestimmten Reihenfolge entstanden sein.

Es scheint mir nun sehr fraglich, ob vom phylogenetischen Gesichtspunkt aus diese Ansicht gehalten werden kann, ob z. B. die Organismen, die sich jetzt photosynthetisch ernähren, zuerst nur gelbe Farbstoffe entwickelt haben, oder ob zunächst Organismen mit dem Grün der *chlorina* entstanden sind und daraus erst normal grüne, um von weiteren, sicher vorhandenen Zwischenstufen abzusehen.

Für das Eintreten einer Hemmung spricht auch, daß bei manchen chlorotischen, nicht lebensfähigen Sippen die Fähigkeit zur Farbstoffbildung sicher nicht fehlt, sondern erst allmählich abnimmt und verlorengeht. So bei jenen des *Taraxacum vulgare* und des *Senecio vulgaris*, wie sie mir vorliegen. Alle Embryonen, die normalen und die albinotischen, sind in den Samen natürlich farblos und ergrünen beim Keimen, so daß auch die *chlorotica*-Sämlinge ausgesprochen hellgrün aussehen, wenn sie die Kotyledonen entfalten, und die Unterscheidung von gleichaltrigen normalen Sämlingen noch eine Zeitlang nicht leicht sein kann. Erst allmählich wird die Farbe blasser und blasser, und die *chloroticae* gehen dann relativ rasch ein. Die Hemmung der Farbstoffbildung ist hier ganz deutlich und tritt relativ spät ein; man wird in anderen Fällen, wo die Keimlinge von vornherein völlig farblos sind, annehmen dürfen, daß sie ebenfalls, nur viel früher, wirksam geworden sei. — Das Ausbleichen vor dem Absterben ist wohl als ein Verbrauch der Farbstoffe zu Ernährungszwecken zu deuten, ähnlich wie nach STAHL vor dem herbstlichen Laubfall das Chlorophyll zerlegt und aus den Blättern gezogen wird.

B. Die Vererbung der *xantha*-Sippe.

Die *xantha*-Sämlinge waren schon früher hie und da beobachtet worden; genauer wurden sie erst ab 1911 untersucht. Ich wähle aus den verschiedenen Versuchsreihen die umfangreichste aus.

Eine halbhohe (*humilis*) *chlorina flava* war 1910 nach sorgfältigem Putzen in gewohnter Weise mit Gaze gesäckt worden. Die Nachkommenschaft wurde 1911 als Versuch 11 255 in zwei Partien aufgezogen. Die eine bestand aus 23 *chlorina* und 6 *xantha*, die andere aus 22 *chlorina* und 7 *xantha*, beide zusammen also aus 45 *chlorina* und 13 = 22 Prozent *xantha*. Das legte schon nahe, daß eine Heterozygote *chlorina* + *xantha* vorlag, die im Verhältnis 3 *chlorina* : 1 *xantha* aufspaltete. Die weiteren Versuche bestätigten das. Von diesen *Chlorinae* wurden 9 ausgewählt und gesäckt. Als 1912 ihre Nachkommenschaft als Versuch 12 241—12 249 aufgezogen wurde, erwiesen sich 4 (statt 3) als Homozygoten, gaben also nur *chlorina*, und 5 (statt 6) als Heterozygoten, die wieder *chlorina* und *xantha* hervorbrachten, und zwar, wie Tab. 4 (S. 902) zeigt, im Verhältnis 3 : 1.

Aus zweien dieser neuen Versuche, 12 241 und 12 242, waren wieder eine Anzahl *chlorinae*, 10 und 9, aufgehoben und gesäckt worden. Außerdem waren von ihnen auch noch Früchtchen geerntet worden, die aus nicht geschützten Blüten hervorgegangen waren („Rohernte“). Als die Nachkommenschaft 1914 aufgezogen wurde, erwies sich von den 10 Pflanzen aus Versuch 12 241 (Versuch 1480—1488 und 14 280) nur eine als *chlorina*-Homozygote, die übrigen 9 waren Heterozygoten. Von den 9 Pflanzen aus Versuch 12 242 (Versuch 1489—1497) stellten sich 4 als *chlorina*-Homozygoten und 5 als

Tabelle 4.

	Nummer des Versuchs	Gesamtzahl	<i>chlorina</i>	<i>xantha</i>	In Prozent
Homozygoten	12 243	50	50	—	—
	12 246	18	18	—	—
	12 247	36	36	—	—
	12 248	22	22	—	—
Heterozygoten	12 241	37	28	9	24
	12 242	42	29	13	31
	12 244	18	13	5	28
	12 245	42	35	7	17
	12 249	20	13	7	35
	Zusammen	159	118	41	26

Heterozygoten heraus. Im ganzen kamen also auf 5 Homozygoten 14 Heterozygoten, während 6 Homozygoten und 13 Heterozygoten zu erwarten gewesen wären.

In Tab. 5 ist das Ergebnis der einzelnen Versuche zusammengestellt; es ist auch ein Wiederholungsversuch aus dem Jahre 1915 aufgenommen. — Daß die Resultate der Rohernte verwendbar sind, geht daraus hervor, daß in den Versuchen 1480—1488 und 14 280 unter 1896 „rohen“ Sämlingen nur 5 Bastarde auftraten, die an ihrer dunkelgrünen Blattfarbe kenntlich waren,

Tabelle 5.

	Nummer des Versuchs	„Gesäcke“ Ernte			Rohernte			Zusammen		
		Gesamtzahl	<i>xantha</i>	in Prozent	Gesamtzahl	<i>xantha</i>	in Prozent	Gesamtzahl	<i>xantha</i>	in Prozent
Homozygoten	1487	22	—	—	51	—	—	73	—	—
	1489	76	—	—	144	—	—	220	—	—
	1491	44	—	—	213	—	—	257	—	—
	1492	18	—	—	16	—	—	34	—	—
	1495	91	—	—	151	—	—	242	—	—
Heterozygoten	1480	99	22	22	119	35	29	218	57	26
	1481	90	25	28	272	77	28	362	102	28
	157	168	41	24	—	—	—	168	41	24
	1482	90	25	28	414	101	24	504	126	25
	1483	99	18	18	181	38	21	280	56	20
	1484	130	30	23	201	42	21	331	72	22
	1485	115	31	27	224	59	26	339	90	27
	1486	49	22	45	190	42	22	239	64	27
	1488	66	14	21	160	33	21	226	47	21
	14280	—	—	—	135	37	27	135	37	27
	1490	88	25	28	257	55	21	345	80	23
	1493	42	8	19	116	39	34	158	47	30
	1494	28	8	29	45	13	29	73	21	29
	1496	78	22	28	102	23	23	180	45	25
	1497	68	17	25	134	34	25	202	51	25
Zus.	1042	267	25,6	2550	628	24,6	3591	895	24,9	

und in den Versuchen 1489—1497 sogar nur 2 unter 1178 rohen Sämlingen. Sie sind aus der Tabelle weggelassen. Ein normaler, die Fremdbestäubung vermittelnder Besuch der Blüten kam eben in Münster i. W., wo diese Versuche angestellt wurden, seltener vor als vorher in Leipzig oder später in Dahlem, so regelmäßig auch hier die Kronen am Grunde angebissen und ihres Honigs beraubt wurden.

Von den Homozygoten waren 942 Früchtchen ausgesät worden, von denen 726, also 77,7 Prozent, bestimmbare Keimlinge gaben. Von den 4111 Heterozygotenfrüchtchen (die ja zum Teil *xanthae* waren) konnten 3592, also 77,1 Prozent, bestimmt werden. Die *Xantha* keimte also ebensogut wie die *chlorina*, was übrigens schon aus der auffallenden Übereinstimmung zwischen der zu erwartenden (25) und der beobachteten (24,9) Prozentzahl *xantha*-Sämlinge (Tab. 5) hervorging.

1914 waren einige schon als heterozygotisch bekannte *chlorinae* zu Bastardierungen mit konstanten *typica*-Sippen, z. B. mit *gilvaroseostriata*, verwendet worden. Da die Heterozygoten, wie wir schon sahen, einfach nach dem Verhältnis 3 *chlorina* : 1 *xantha* aufspalteten, mußte die eine Hälfte der Eizellen der *chlorinae* die *chlorina*-Anlage, die andere Hälfte die *xantha*-Anlage übertragen, und es war zunächst zu erwarten, daß die Bastarde zur Hälfte *chlorina*+*typica*, zur Hälfte *xantha* + *typica* sein würden.

Äußerlich waren die 49 als Versuch 152 im Jahre 1915 aufgezogenen Bastarde alle *typica*; auf Abstufungen im Grün wurde damals nicht geachtet. 10 wurden in Töpfe gepflanzt, in einem Gewächshaus isoliert und selbstbefruchtet, aber ohne weiteren Schutz durch Gazesäcke. 1916 wurden die Nachkommen als Versuch 1616—1625 aufgezogen. Das Resultat ist in Tab. 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

Nummer des Versuchs	Gesamtzahl	<i>typica</i>		<i>chlorina</i>		<i>xantha</i>	
			in Prozent		in Prozent		in Prozent
1617	59	46	} 75	13	} 25	—	} 0
1618	8	6		2		—	
1619	55	35		20		—	
1621	35	30		5		—	
1622	78	60		18		—	
1616	45	25	} 53 statt 56,25	11	} 21 statt 18,75	9	} 26 statt 25,00
1620	60	26		21		13	
1624	55	36		6		13	
1625	94	47		16		31	
1623	14	14		—		—	

Das Ergebnis des Versuches 1623 (lauter *typica*) ist bei der geringen Individuenzahl (14) nicht zu deuten¹⁾. Wir sehen deshalb von ihm ab. Im übrigen

¹⁾ Daß wirklich der Bastard vorgelegen hatte, ging aus der Blütenfarbe hervor.

war etwa die Hälfte der Nachkommen ($\frac{5}{9}$) wirklich *typica* + *chlorina*, wie sich erwarten ließ, annähernd die Hälfte ($\frac{4}{9}$) aber spaltete in *typica*, *chlorina*! und *xantha*, und zwar offenbar im Verhältnis 9 *typica* : 3 *chlorina* : 4 *xantha* (gefunden 134 : 54 : 66, erwartet 143 : 47 : 63, oder, in Prozenten, 53 : 21 : 26 statt 56,25 : 18,75 : 25,00).

Es erklärt sich das ganz einfach, wenn wir als Erbformel annehmen (S. 899): für *typica* *NN CC ZZ*, für *chlorina* *nn CC ZZ* und für *xantha* *nn cc ZZ*. Die heterozygotische *chlorina* ist dann *nn Cc ZZ* und ihre Keimzellen sind teils *n CZ*, teils *nc Z*. Mit den Keimzellen der *typica*, deren Erbformel stets *NCZ* ist, entstehen teils (aus *n CZ* + *N CZ*) Pflanzen mit der Erbformel *Nn CC ZZ*, die nach dem Verhältnis 3 *typica* : 1 *chlorina* spalten, teils (aus *ncZ* + *NCZ*) Pflanzen mit der Erbformel *Nn Cc ZZ*, die, da ja *N* nur wirkt, wenn *C* vorhanden ist, in 9 *typica* : 3 *chlorina* : 4 *xantha* spalten müssen, wie das folgende Schachbrettschema zeigt.

Schema.

		Männliche Keimzellen					
		<i>NCZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>ncZ</i>		
Weibliche Keimzellen	<i>NCZ</i>	<i>NCZ</i>	<i>NCZ</i>	<i>NCZ</i>	<i>NCZ</i>	<i>NCZ</i>	
		<i>NCZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>ncZ</i>		
		100	100	90	95?		
		dunkelgrün <i>typica</i>	dunkelgrün $3t : 1x$	dunkelgrün $3t : 1c$	dunkelgrün $9t : 3c : 4x$		
	<i>NcZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>NcZ</i>	
		<i>NCZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>ncZ</i>		
		100	0	95?	0		
		dunkelgrün $3t : 1x$	gelb <i>xantha</i>	dunkelgrün $9t : 3c : 4x$	gelb <i>xantha</i>		
	<i>nCZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>nCZ</i>	
		<i>NCZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>ncZ</i>		
		90	95?	30	30		
		dunkelgrün $3t : 1c$	dunkelgrün $9t : 3c : 4x$	gelbgrün <i>chlorina</i>	gelbgrün $3c : 1x$		
	<i>ncZ</i>	<i>ncZ</i>	<i>ncZ</i>	<i>ncZ</i>	<i>ncZ</i>	<i>ncZ</i>	
		<i>NCZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>ncZ</i>		
		95?	0	30	0		
		dunkelgrün $9t : 3c : 4x$	gelb <i>xantha</i>	gelbgrün $3c : 1x$	gelb <i>xantha</i>		
		<i>NCZ</i>	<i>NcZ</i>	<i>nCZ</i>	<i>ncZ</i>		

Aufgenommen ist die Intensität des Grün (*typica* = 100), die Farbe und die Nachkommenschaft.

t = *typica*, *c* = *chlorina*, *x* = *xantha*.

Trifft die obige Annahme zu, so müssen die dunkelgrünen Pflanzen von viererlei Natur sein. $\frac{4}{9}$ ($Nn Cc ZZ$) müssen wieder in *typica*, *chlorina* und *xantha* spalten, $\frac{2}{9}$ ($Nn CC ZZ$) in *typica* und *chlorina*, $\frac{2}{9}$ ($NN Cc ZZ$) in *typica* und *xantha*, und $\frac{1}{9}$ ($NN CC ZZ$) muß konstant sein. Es wurden nun bei Versuch 1616, 1620, 1624 und 1625 von einer Anzahl *typica*-Pflanzen — teils nach Selbstbestäubung, teils als Rohernte — Früchtchen gesammelt und 1917 ausgesät. Die umfangreichste Versuchsreihe (1721—1745) setzt den Versuch 616 mit Selbstbestäubung fort. Ihr Ergebnis ist in Tab. 7 wiedergegeben.

Tabelle 7.

Nummer des Versuchs	Gesamt- zahl	<i>typica</i>		<i>chlorina</i>		<i>xantha</i>	
			in Pro- zent		in Pro- zent		in Pro- zent
<i>Nn Cc ZZ.</i>							
1721	88	55	63	17	19	16	18
1722	183	92	50	37	20	54	30
1723	213	126	59	32	15	55	26
1724	297	168	57	56	19	73	24
1725	322	192	60	46	14	84	60
1731	234	130	56	43	18	61	26
1733	283	155	55	50	18	78	28
1735	149	84	56	27	18	38	26
1738	162	84	52	35	22	43	27
1739	199	102	51	44	22	53	27
1740	167	95	57	30	18	42	25
1741	168	89	53	31	18	48	29
1743	239	141	59	32	13	66	28
1744	133	73	55	25	19	35	26
1745	205	124	60	36	18	45	22
Zus. . . .	3042	1710	56,21	541	17,78	791	26,00
<i>NN Cc ZZ.</i>							
1727	222	173	78	—	—	49	22
1736	133	90	68	—	—	43	32
1729	251	187	75	—	—	64	25
Zus. . . .	606	450	74,26	—	—	156	25,74
<i>Nn CC ZZ.</i>							
1728	208	152	73	56	27	—	—
1730	263	194	74	69	26	—	—
1732	233	164	70	69	30	—	—
1734	167	130	78	37	22	—	—
1737	280	207	74	73	26	—	—
1742	165	130	79	35	21	—	—
Zus. . . .	1316	977	74,24	339	25,76	—	—
<i>NN CC ZZ.</i>							
1726	316	316	100	—	—	—	—

Von den 25 geprüften Pflanzen spalteten also 15 in *typica*, *chlorina* und *xantha*, 3 in *typica* und *xantha*, 6 in *typica* und *chlorina* und 1 war konstant.

Statt im Verhältnis (4 : 2 : 2 : 1 oder) 11,1 : 5,6 : 5,6 : 2,8 sind die 4 Klassen im Verhältnis 15 : 3 : 6 : 1 aufgetreten. Bei der geringen Zahl ist die Übereinstimmung wohl genügend.

In Tab. 8 sind die Ergebnisse dieser Versuche mit jenen zusammengestellt, die als Fortsetzung von Versuch 1620 (1746—1781) und Versuch 1625 (1782 bis 1795) gewonnen wurden, die aber, da es sich zum Teil um Rothernten, zum Teil um sehr kleine Individuenzahlen handelt (hie und da sogar weniger als 10) nicht im einzelnen aufgeführt werden sollen.

Tabelle 8.

Klasse	Nachkommen	Zahl der geprüften <i>typica</i> -Pflanzen aus				
		Versuch 1721—1745	Versuch 1746—1781	Versuch 1782—1795	Zusammen	Berechnet
I	<i>typica</i> + <i>chlorina</i> + <i>xantha</i>	15	10	3	28	33,3
II	<i>typica</i> + <i>xantha</i>	3	12	1	16	16,7
III	<i>typica</i> + <i>chlorina</i>	6	8	7	21	16,7
IV	<i>typica</i>	1	6	3	10	8,3
	Zusammen	25	36	14	75	75,1

Das beobachtete und das berechnete Verhältnis stimmen wieder annähernd überein. Ist die Zahl der Individuen eines Versuches zu klein, was hier und da der Fall gewesen sein wird, so muß, wie leicht verständlich, die Klasse I am ehesten zu klein ausfallen und die Klasse IV am ehesten zu groß (bei letzterer betrug die Individuenzahl der hierher gerechneten Versuche 316, 27, 20, 18, 12, 12, 10, 8, 7, 5).

C. Die Laubfarbe der *xantha*- und *chlorina*-Bastarde.

Die Heterozygoten *typica* + *chlorina* sind, wie wir schon wissen (1902, S. 602, G. A. 11, 322), mit ziemlicher Sicherheit an ihrem durchschnittlich helleren Grün von den *typica*-Homozygoten zu unterscheiden. Sie zeigten 87—91 Prozent der Farbstoffmenge der *typica*. Alle Versuche, auch die Heterozygoten *chlorina* + *xantha* schon nach dem Aussehen von den *chlorina*-Homozygoten zu trennen, waren vergeblich. Der kolorimetrische Vergleich der alkoholischen Chlorophyllauszüge aus gleichen Blattflächen und aus gleichen Blattgewichten gab keine irgendwie merkliche, konstante Differenz zwischen beiden. Ebenso wenig gelang die Unterscheidung bei den Heterozygoten *typica* + *xantha*. — Die gleiche Erfahrung hatte schon NILSSON-EHLE (1913, S. 293, 298) bei Roggen und Gerste, an den Heterozygoten *typica* + *xantha* und *typica* + *albina* gemacht.

Statt die Blattauszüge von Pflanzen, deren Nachkommenschaft bekannt war, kolorimetrisch zu vergleichen, schlug ich 1917 einen anderen Weg ein, der mir besonders objektiv schien. Ich suchte zunächst in den drei Versuchen 1727, 1729 und 1736 (Tab. 7), die nach dem Ergebnis ihrer Aussaat außer *typica* nur *typica* + *xantha*-Heterozygoten enthalten konnten, eine Anzahl

Sämlinge aus, die mir besonders dunkellaubig und besonders helllaubig schienen, oder (in Versuch 1736) nur eine Anzahl besonders dunkellaubiger Pflanzen, und erntete von ihnen die spontan gebildeten Früchtchen. Die Aussaat erfolgte noch im Spätherbst und Winter; das Ergebnis ist in Tab. 9 zusammengestellt.

Tabelle 9.
 $t = typica, x = xantha.$

Aus Versuch	Von dunkler grüner <i>typica</i> waren		Von heller grüner <i>typica</i> waren	
	Heterozygoten $t + x$	Homozygoten t	Heterozygoten $t + x$	Homozygoten t
1727	9	3	8	3
1729	10	6	18	8
1736	4	6	—	—
Zusammen	23	15	26	11
Prozent . .	61	39	70	30
Erwartet .	66,6	33,3	66,6	33,3

Sind *typica* und der Bastard *typica + xantha* ununterscheidbar, so muß der reine Zufall die Hetero- und Homozygoten auf Hellgrün und Dunkelgrün gleichmäßig verteilen; innerhalb jeder nach der Färbung gebildeten Gruppe müssen sie dann im Verhältnis 2 : 1 auftreten. Für die beiden ersten Versuche trifft das auch so gut zu, als man es bei der kleinen Zahl erwarten kann; bei dem dritten sind zuviel Homozygoten und zuwenig Heterozygoten vorhanden, was aber auch noch rein zufälliger Natur sein kann. Der Färbungsunterschied unter den Sämlingspflanzen war also nahezu oder ganz unabhängig von den Erbformeln, somit rein phänotypischer Natur.

Zum Vergleich und zur Kontrolle der früheren kolorimetrischen Bestimmungen waren ferner bei den Versuchen 1722, 1724, 1725 und 1733 (Tab. 7), die außer *chlorina* auch *chlorina + xantha*-Heterozygoten enthielten, teils von etwas dunkleren und helleren *chlorinae*, teils nur von den dunkleren, roh Früchtchen gerntet worden. Die Aussaat ergab auch hier, wie Tab. 10 zeigt,

Tabelle 10.
 $c = chlorina, x = xantha.$

Aus Versuch	Von dunkler grüner <i>chlorina</i> waren		Von heller grüner <i>chlorina</i> waren	
	Heterozygoten $c + x$	Homozygoten c	Heterozygoten $c + x$	Homozygoten c
1722	5	1	4	1
1724	5	4	2	2
1725	4	1	2	1
1735	7	3	—	—
Zusammen	21	9	8	4
Prozent . .	70	30	67	33
Erwartet .	66,6	33,3	66,6	33,3

daß die Homozygoten und Heterozygoten gleichmäßig unter die dunkleren und helleren Pflanzen verteilt, also ununterscheidbar waren. Unter den helleren *chlorinae* waren sogar eher mehr Homozygoten als unter den dunkleren. Da die Zahl der Individuen in den beiden nach der Färbung gebildeten Klassen ungleich ist, müssen, wie beim vorhergehenden Versuch, die auf je 100 berechneten Zahlen verglichen werden.

Endlich waren in der Nachkommenschaft jener Pflanzen, die in *typica*, *chlorina* und *xantha* gespalten hatten (Tab. 7), teils besonders dunkel- und besonders hellgrüne *typicae*, teils nur besonders dunkle roh abgeerntet worden. Die Aussaat ergab die in Tab. 11 zusammengestellten Resultate.

Tabelle 11.
t = typica, c = chlorina, x = xantha.

Aus Versuch	Dunkle <i>typica</i> , gebend				Helle <i>typica</i> , gebend			
	+ c + x	t + x	t + c	t	t + c + x	t + x	t + c	t
1721	5	1	1	—	—	—	—	—
1722	2	4	1	1	9	1	5	—
1723	4	5	—	3	4	2	5	1
1724	3	5	—	3	5	1	2	2
1725	4	10	1	1	3	2	3	—
1731	3	4	1	5	—	—	—	—
1733	4	5	—	4	5	1	4	1
1735	1	3	—	2	—	—	—	—
1736	1	7	1	2	6	2	3	—
Zusammen . .	27	44	5	21	32	9	22	4
Prozent . . .	28	45	5	22	48	13	33	6

Da wir die Nachkommenschaft von 98 dunkleren und nur 65 helleren Pflanzen aufgezogen haben, sind die Zahlen auf 100 umgerechnet, um den Vergleich zu ermöglichen. Wir benutzen im folgenden nur diese relativen Werte.

Wenn der Färbungsunterschied ausschließlich genotypisch verursacht war, mußte man zunächst erwarten, daß sich alle *typica*-Homozygoten unter den als dunkelgrün bestimmten Pflanzen fänden, und alle Heterozygoten, die nur noch in *typica* und *chlorina* spalteten, als hellgrün bestimmt worden wären. Die Tabelle 11 zeigt, daß von den 28 konstanten *typicae* 6, also 21 Prozent, hell und 22, also 79 Prozent, dunkel gefunden worden waren, ein Beweis, daß neben den genotypischen Ursachen auch phänotypische eine ziemlich große Rolle spielten. Ein Teil dieser *typicae* hätte sich freilich, falls mehr von den Früchtchen gekeimt hätten — ausgesät waren hier, wie bei allen ähnlichen Versuchen, je 40 Stück — wohl noch als Heterozygoten herausgestellt. Von den 38 *typica* + *chlorina*-Heterozygoten waren 5, also 13 Prozent, falsch, als dunkel, bestimmt worden und 33 = 87 Prozent richtig, als hell. Der

genotypische Unterschied war also auch hier hier und da, wenn auch relativ seltener, phänotypisch verwischt gewesen.

Von den 58 *typica* + *xantha*-Heterozygoten waren 45 = 78 Prozent als dunkel und 13 = 22 Prozent als hell erklärt worden. Diese Zahlen stimmen ganz auffallend mit jenen überein, die wir eben für die Verteilung der *typica*-Homozygoten auf Dunkel und Hell gefunden haben (79 und 21 Prozent). Wir dürfen also aus diesem Versuche wieder, wie aus dem S. 907 beschriebenen, entnehmen, daß die *typica* + *xantha*-Heterozygoten genau so wie die *typica*-Homozygoten aussehen.

Von den 76 Heterozygoten, die in *typica*, *chlorina* und *xantha* spalteten, war weniger als die Hälfte, 28 (oder 37 Prozent), als dunkel und mehr als die Hälfte, 48 (oder 63 Prozent), als hell bestimmt worden. Nach unseren bisherigen Erfahrungen hätte der *chlorina*-Anteil der Erbmasse die Intensität der Farbe herabsetzen, der *xantha*-Anteil sie unverändert lassen sollen. Da die Färbung etwa doppelt sooft als hell und als dunkel bestimmt worden war, war das Grün offenbar zwar aufgehellt, aber wahrscheinlich weniger stark, als es der *chlorina*-Anteil allein nach dem, was wir eben gesehen haben, bedingt hätte, wo nur 13 Prozent der *typica* + *chlorina*-Heterozygoten dunkel und 87 Prozent als hell bestimmt worden waren.

Die Zahlen hätten natürlich viel größer sein sollen, das Ergebnis deckt sich aber mit dem der kolorimetrischen Bestimmungen. — Daß bei den Versuchen der Tabelle 9 die *typica* + *xantha*-Heterozygoten etwa ebensooft als hell wie als dunkel bestimmt worden waren und bei den Versuchen der Tabelle 11 ganz überwiegend als dunkel, ist nur ein scheinbarer Widerspruch. Im ersten Fall lagen nur phänotypische Differenzen zwischen den einzelnen Individuen vor, zwischen denen eine Wahl getroffen wurde; im zweiten war dadurch, daß auch *typica* + *chlorina*-Heterozygoten vorhanden waren, ein genotypisch helleres Grün unter den Versuchspflanzen gegeben, das beim Vergleich die *typica* + *xantha*-Heterozygoten desselben Versuches relativ dunkel erscheinen ließ.

Die gefundenen Intensitäten sind in dem Schachbrettschema S. 904 eingetragen, in Prozenten der gleich 100 gesetzten Intensität der *typica*. Für die zuletzt besprochenen Heterozygoten *NnCcZZ* wurde die Zahl 95 gewählt.

Ich habe das Verhalten der *chlorina*- und *xantha*-Sippen möglichst genau verfolgt, weil es mir von theoretischem Interesse zu sein schien.

Auf den ersten Blick überrascht es sehr, daß man den Bastard Hellgrün (*chlorina*) + Dunkelgrün (*typica*) von Dunkelgrün (*typica*) ziemlich sicher unterscheiden kann, den Bastard Nichtgrün (gelb, *xantha*) + Dunkelgrün (*typica*) dagegen nicht, ebenso, daß die *typica*-Heterozygoten, die *chlorina*

und *xantha* abspalten, dunkler grün sind als die, deren Nachkommenschaft bloß aus *typica* und *chlorina* besteht.

Nach der Präsenz- und Absenztheorie hat bekanntlich von den zwei Eltern eines einfachsten mendelnden Bastardes das eine, dominierende oder prävalierende eine Anlage, ein Gen, mehr als das andere, rezessive Elter. Die Dominanz oder Prävalenz beruht eben darauf, daß dieses Gen sich entfaltet und dadurch eine Eigenschaft verdeckt oder verändert, die von Genen bedingt wird, die beiden Eltern gemeinsam sind.

Dieser Annahme stand die Tatsache entgegen, daß gewöhnlich keine völlige Dominanz vorkommt, vielleicht nie, und daß das Bastardmerkmal oft ausgesprochen zwischen den Merkmalen der Eltern steht. Das wurde so aufgefaßt, als ob der Anlage des Elters, das eigentlich dominieren sollte, eine Anlage des andern Elters entgegenwirke, die nach der Präsenz- und Absenztheorie ja fehlen müßte. Diesen einen wichtigen Einwand hat G. H. SHULL in ebenso einfacher wie scharfsinniger Weise dadurch beseitigt, daß er eine Ansicht über die Wirkungsweise der Gene entwickelte, die man, um einen kurzen Ausdruck zu haben, die „Quantenhypothese“ nennen könnte.¹⁾

Im dominierenden Elter ist das betreffende, die „positive“ Eigenschaft bedingende Gen zweimal vorhanden — von den beiden Keimzellen her, aus denen das Elter hervorgegangen ist —, im Bastard nur einmal — von der Keimzelle des dominierenden Elters her; dem anderen Elter fehlt es ja. SHULL stellt sich nun vor, daß die Menge der Substanz, aus der das betreffende Gen besteht, von Einfluß darauf ist, wie das Merkmal sich entfaltet²⁾. Dann ist ohne weiteres verständlich, wenn das Bastardmerkmal, das von der halben Menge abhängt, hinter dem des positiven Elters, bei dem es von der ganzen Menge bedingt wird, zurückbleibt. Merkwürdig ist nur, daß die Halbierung der Masse so sehr verschieden wirkt, bald (scheinbar?) ganz einflußlos bleibt (bei völliger Dominanz), bald das Merkmal selbst fast auf die Hälfte herabsetzt.

Bei unseren Versuchen muß zunächst auffallen, daß, wie ganz feststeht, die Heterozygote *chlorina* + *xantha*, *nn Cc ZZ*, genau so wie *chlorina*, *nn CC ZZ*, aussieht und gar nicht heller ist. *Cc* wirkt also genau wie *CC*. Man sollte doch annehmen, daß sich hier, wo sich die Intensitäten 0 (*xantha*) und 30 (*chlorina*) gegenüberstehen, der Ausfall mindestens ebenso deutlich sein sollte als bei der Heterozygote *typica* + *chlorina*, *Nn CC ZZ*, gegenüber der *typica*, *NN CC ZZ*,

¹⁾ Eine Verwechslung mit Hrn. PLANCKS Quantentheorie auf mathematisch-physikalischem Gebiet ist wohl nicht zu befürchten!

²⁾ Diese Ansicht habe ich schon 1901 (S. 95f., 153, G. A. 7, 192) zur Erklärung der Tatsache benutzt, daß bei den Endospermbastarden (Xenien) des Maises, wo bei der Befruchtung immer zwei weibliche und ein männlicher Kern zusammenkommen, das Produkt in der Farbe mehr der Mutter als dem Vater gleicht. Die von EAST gefundene Tatsache, daß das Blau und Gelb der Maiskörner von mehreren Faktoren bedingt sein kann, ändert daran, daß $A + B$ anders ausfällt als $B + A$, natürlich gar nichts.

wo *NN chlorina (nn CC ZZ)* von 30 auf 100 steigert, *Nn* aber bloß auf 90, *Nn* also nur $\frac{6}{7}$ so stark wirkt als *NN*. Dieser Unterschied beweist zum mindesten nochmals, daß der Faktor *C* nicht bloß quantitativ als Glied derselben Faktorenkette (Merkmalskategorie, 1901, S. 3, G. A. 7, 107) von *N* verschieden ist, sondern daß eine wesentlichere Differenz vorliegen muß, ein Schluß, zu dem wir auch auf andere Weise (S. 899) gekommen sind.

Nehmen wir es aber als Tatsache hin, daß *Cc* genau so wirkt wie *CC*, so erklärt sich ohne weiteres, daß die Intensität der Färbung bei der *typica*, die *xantha* abspaltet, *NN Cc ZZ*, genau der der reinen *typica*, *NN CC ZZ*, entspricht *NN* ruft dann eben bei *Cc* die gleiche Steigerung wie bei *CC* hervor. Auffallend ist dagegen wieder, daß die *typica*, die *chlorina* und *xantha* abspaltet, *Nn Cc ZZ*, dunkler gefunden wurde, als die nur *chlorina* abspaltende, *Nn CC ZZ*. Wenn *Cc* gleich viel Farbstoff wie *CC* bildet, müßte die Intensität durch *Nn* auch in gleichem Maße zunehmen und die beiden Heterozygoten, *Nn Cc ZZ* und *Nn CC ZZ*, sollten also gleich aussehen. Wir fanden *Nn Cc ZZ* aber, wie gesagt, dunkler, wenngleich nicht ganz so dunkel wie *typica*.

Wir stellen die vorstehenden Berechnungen und Überlegungen noch in einer kleinen Tabelle zusammen, wobei wir die Intensität von *CC* und *Cc* = 30 setzen und *NN* eine Steigerung um 70, *Nn* eine solche um 60 bewirken lassen.

Tabelle 12.

Klasse	Erbformel	Nachkommen	Berechnung der Intensität
1	<i>NN CC ZZ</i>	<i>typica</i>	$30 + 70 + 0 = 100$
2	<i>NN Cc ZZ</i>	3 <i>typica</i> + 1 <i>xantha</i>	$30 + 70 + 0 = 100$
3	<i>Nn CC ZZ</i>	3 <i>typica</i> + 1 <i>chlorina</i>	$30 + 60 + 0 = 90$
4	<i>Nn Cc ZZ</i>	9 <i>typica</i> + 3 <i>chlorina</i> + 4 <i>xantha</i>	$30 + 60 + 0 = 90$ (mehr ge-
5	<i>nn CC ZZ</i>	<i>chlorina</i>	$30 + 0 + 0 = 30$ funden!)
6	<i>nn Cc ZZ</i>	3 <i>chlorina</i> + 1 <i>xantha</i>	$30 + 0 + 0 = 30$
7	<i>NN cc ZZ</i>	} <i>xantha</i>	$0 + 0 + 0 = 0$
8	<i>Nn cc ZZ</i>		
9	<i>nn cc ZZ</i>		

Zusammenfassung.

1. *Mirabilis Jalapa xantha* bildet von den Blattfarbstoffen fast nur die Carotinoide aus.

2. Die Sämlinge gehen bald zugrunde, können aber als Pfropfreiser am Leben erhalten werden und wurden so einstweilen bis zur Bildung von Blütenknospen gebracht.

3. Die *xantha*-Sippe vererbt sich als eine einfache mendelnde Rezessive.

4. *Typica*- und *chlorina*-Heterozygoten, die *xantha* abspalten, sind nicht an ihrem Grün von reiner *typica* zu unterscheiden, wie *typica*-Heterozygoten, die *chlorina* abspalten.

5. Die *chlorina*-Sippe kann nicht (wegen ihrer relativ geringeren Menge gelber Farbstoffe) aus *xantha* durch einen Steigerungsfaktor entstanden sein; sie gehört einer andern Entwicklungsreihe an.

6. Die Chlorophyllsippen können nicht allgemein aus normalem Grün durch Wegfall von Faktoren zustande gekommen sein, sondern müssen mindestens zum Teil (*chlorina*) durch Latentwerden von Faktoren oder durch Hemmungsfaktoren entstanden sein. Manches spricht mehr für letztere.

7. Die Tatsachen, vor allem, daß *typica chlorina* enthält, sprechen gegen die Hypothese der „multiplen Allelomorphs“.

III. *Urtica urens peraurea*.

A. Die Vererbungserscheinungen.

Im September 1914 bekam ich noch in Münster i. W.¹⁾ eine auffallend hell(gelb)grüne Pflanze der *Urtica urens*, die ich zunächst für ein Exemplar einer *chlorina*-Sippe hielt, wie sie mir von *U. pilulifera* her längst bekannt war (1909, S. 325, G. A. 30, 643). Dafür sprach auch das Ergebnis des kolorimetrischen Vergleiches des Chlorophyllauszuges gleichgroßer Blattstücke mit dem einer aus dem Freien geholten, besonders schön dunkelgrünen *U. urens*. Die hellgrüne Pflanze zeigte nur etwa 30 Prozent der Farbstoffmenge der typischen Sippe.

Die Pflanze war eingetopft und nach Entfernung aller Infloreszenzen mit offenen Blüten und Früchten isoliert worden. Sie gab nur noch eine kleine Ernte, die im Frühjahr 1915 als Versuch 1 ausgesät wurde und 6 Pflanzen hervorbrachte, 5 gelbgrüne und eine dunkelgrüne. Die Erde war, wie in allen folgenden Versuchen, sorgfältig sterilisiert worden.

Der dunkelgrüne Sämling war bald in seiner Entwicklung den Geschwistern gegenüber im Vorteil und verhielt sich darin genau so wie gleichalte Nachkommen der *U. urens typica* (Versuch 2). Die gelbgrünen blieben aber auch am Leben und blühten und fruchteten reichlich. Ich hielt sie noch immer für *chlorina* und die eine dunkelgrüne Pflanze für einen „Vizinisten“, der durch einen Fehler beim Putzen der Stammpflanze erhalten geblieben war.

Die nächste Aussaat im Frühjahr 1916 belehrte mich eines Besseren. Der normalgrüne Sämling, der rechtzeitig isoliert worden war, gab, als Versuch 4, nur seinesgleichen, im ganzen 384 Pflanzen. Von diesen wurden wieder 20 zusammen isoliert aufgezogen, aber einzeln abgeerntet. Sie gaben 1917, als Versuch 55—74 ausgesät, insgesamt 405 Sämlinge, die wieder durchweg normal dunkelgrün waren. Die eine dunkelgrüne Pflanze des Versuchs 1 konnte also kein Bastard *chlorina* + *typica* gewesen sein, sondern mußte eine abgespaltete Homozygote gewesen sein, und die gelbgrünen Pflanzen

¹⁾ vom inzwischen leider verstorbenen Diener meines damaligen Institutes, ANTON KAPPENBERG.

wenigstens zum Teil Heterozygoten, ähnlich BAUR's bekannter *aurea*- Sippe des *Antirrhinum majus*.

Dazu stimmte auch das Ergebnis der Aussaat der Fröchtchen, die von den 5 gelbgrünen, gemeinsam isolierten Pflanzen geerntet worden waren, und die 1916 zusammen als Versuch 3 ausgesät wurden. Sie gaben 44 gelbgrüne und 16, also 27 Prozent, normale, dunkelgrüne Sämlinge. Von diesen letzteren *typicae* wurden 12 aufgezogen und zusammen isoliert; sie gaben 1917 als Versuch 43—54 nur dunkelgrüne Sämlinge, im ganzen 534.

Von den 44 gelbgrünen Sämlingen des Versuchs 3 wurden 1916 37 aufgezogen, und zwar 13 als Einzelpflanzen, die auch, jede für sich, isoliert wurden, der Rest in Töpfen zu 5 und 4 zusammen gepflanzt und auch zusammen isoliert, aber jede Pflanze für sich abgeerntet¹⁾.

1917 konnten also 37 gelbgrüne Pflanzen als Versuch 6—42 auf ihre Nachkommenschaft geprüft werden. Sie erwiesen sich sämtlich als Heterozygoten, und das Zahlenverhältnis, in dem die gelbgrünen und dunkelgrünen Sämlinge auftraten, war nicht 3 : 1, wie der zu wenig umfangreiche Versuch 3 des Jahres 1916 nahelegen konnte, sondern 2 : 1. In Tab. 13 ist das Ergebnis zusammengestellt. Die Aussaaten erfolgten am 21. Februar; sie wurden bis zum 11. Juli revidiert und dann, als nur noch ganz einzelne Sämlinge erschienen, entfernt.

Tabelle 13.

Versuch	Gesamtzahl	<i>peraurea</i>	<i>typica</i>	Prozente <i>typica</i>	Versuch	Gesamtzahl	<i>peraurea</i>	<i>typica</i>	Prozente <i>typica</i>
6	109	68	41	38	25	33	16	17	52
7	165	116	49	30	26	38	25	13	34
8	161	105	56	35	27	6	5	1	17
9	117	73	44	38	28	18	12	6	33
10	165	111	54	33	29	30	19	11	37
11	146	105	41	28	30	59	40	19	32
12	107	76	31	29	31	21	14	7	33
13	37	29	8	22	32	4	2	2	50
14	83	60	23	28	33	71	45	26	37
15	165	115	50	30	34	50	36	14	28
16	91	56	35	38	35	82	60	22	27
17	43	27	16	37	36	47	31	16	34
18	46	26	20	43	37	72	41	31	43
19	202	150	52	26	38	48	33	15	31
20	53	38	15	28	39	9	8	1	11
21	71	50	21	30	40	52	38	14	27
22	94	49	45	48	41	88	56	32	36
23	69	41	28	41	42	73	50	23	32
24	24	17	7	29	Zus.	2749	1843	906	32,96

$$m = \pm 0,897 \text{ Prozent.}$$

¹⁾ Da es sich bloß darum handelte, festzustellen, ob und wieviel Homozygoten unter den gelbgrünen Sämlingen waren, war eine Isolierung der einzelnen nicht nötig.

Alle Versuche zusammen gaben also 32,96 Prozent *typica* statt 33,33, die das Verhältnis 2 : 1 verlangte. Die Differenz, 0,37 Prozent, ist noch nicht halb so groß wie der mittlere Fehler des Mittelwertes, der $\pm 0,897$ Prozent ausmacht.

Im Herbst 1917 wurde mit dem Rest des Saatgutes derselben Versuche, über die Tabelle 13 berichtet, eine zweite Aussaat gemacht, die insgesamt 1108 Sämlinge gab. Davon waren 744 gelbgrün und 364, also 32,9 Prozent, *typica*, statt 33,3.

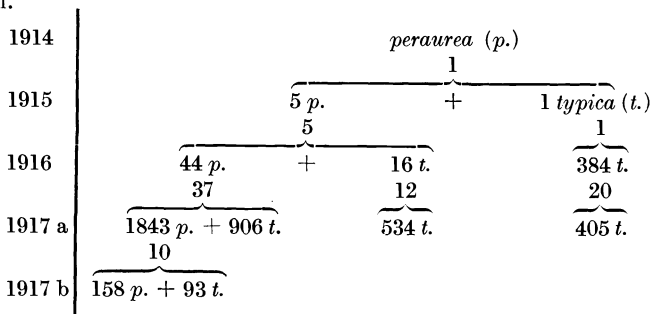
Beide Aussaaten zusammengenommen waren von 3857 Pflanzen 2587 *peraurea*, wie die gelbgrünen heißen mögen, und 1270, also 32,93 Prozent, dunkelgrüne *typica*. Der mittlere Fehler des Mittelwertes beträgt $\pm 0,757$ Prozent, während die Abweichung vom erwarteten Wert (33,33 Prozent) $-0,40$ Prozent beträgt.

Auch 1917 wurden 10 gelbgrüne Pflanzen aus den Versuchen 6—42 einzeln isoliert. 9 erwiesen sich bestimmt wieder als Heterozygoten und gaben, als Versuch 75—84, einstweilen 251 Sämlinge, von denen 158 *peraurea* und 93, also 37 Prozent, *typica* waren. Die 10. Pflanze gab nur 4 *peraurea*-Sämlinge, was sicher nur ein Spiel des Zufalls war.

Im ganzen waren also von 53 geprüften *peraurea*-Pflanzen 52 als Heterozygoten befunden worden; eine weitere, die nur 4 *peraurea* gegeben hatte, scheidet wegen viel zu geringer Nachkommenzahl aus.

Außerdem waren 1917 je 2 *peraurea*- und 2 *typica*-Sämlinge in Töpfe zusammengepflanzt worden (wie Fig. 9 zeigt) und konnten sich gegenseitig bestäuben. Unter den bisher aufgelaufenen 64 Nachkommen von 10 solchen dunkelgrünen Pflanzen (Versuch 85—94) befanden sich nur 4 gelbgrüne — je einer von einer Pflanze — als spontan entstandene Heterozygoten.

Ich stelle die Ergebnisse der Versuche 1—84 in Form eines Stammbaumes zusammen.



B. Die Elimination einer Zygotenklasse in der Nachkommenschaft der *peraurea*.

Die schon angedeutete Ähnlichkeit mit BAUR's *Antirrhinum majus aureum* und *Pelargonium zonale aureum* (1907, 1908, 1910a, S. 52, 1910b, S. 88, 1911, S. 100 u. 118, 1914, S. 103 u. 153) ist unverkennbar. Ich habe aber der gelb-

grünen *Urtica urens* doch einen neuen Sippennamen, *peraurea*, gegeben, in dem sich diese Ähnlichkeit zwar ausspricht, der aber doch auf mindestens einen Unterschied hinweist.

Bei der *aurea*-Sippe sind die *aurea*-Homozygoten gelblichweiß, sehr kurzlebig und deshalb leicht zu übersehen, aber immerhin noch da, während die Homozygoten der *peraurea*-Sippe überhaupt nicht mehr direkt nachweisbar sind, auch wenn man die Keimung fortlaufend mit aller Sorgfalt verfolgt. Darin geht *peraurea* also über *aurea* hinaus. Was keimt, ist entweder *typica* oder *peraurea* und bleibt am Leben.

Dieser Unterschied ist kaum bloß graduell, sondern dürfte tiefer gehen. Es ist selbstverständlich, daß die gelblichen Keimlinge des *Antirrhinum majus aureum* nicht am Leben bleiben, so wenig wie die der *Mirabilis Jalapa xantha* usw., aber ganz unverständlich ist es, warum sich die entsprechenden Homozygoten der *Urtica urens peraurea* nicht ebenso gut wie die des *Antirrhinum majus aureum* bis zu keimfähigen Embryonen entwickeln. Ihre Ausbildung geschieht ja noch ganz auf Kosten der Mutterpflanze, wie bei so vielen fast oder völlig farbstofffreien *albina*-Embryonen. Die Fähigkeit, die Farbstoffe auszubilden, die zur Zersetzung der Kohlensäure im Lichte nötig sind, kann sich doch erst von einem bestimmten Keimungsstadium ab geltend machen, wenn die mitgegebenen Reservestoffe auf die Neige gehen. Und solche sind bei *Urtica urens* in den Kotyledonen und dem gut ausgebildeten Endosperm reichlich als fettes Öl vorhanden. Wie lange sich nach der Keimung die jungen Pflanzen am Leben erhalten, hängt außer vom Reservematerial vom noch möglichen Zumaß der grünen Blattfarbstoffe ab und fällt spezifisch sehr verschieden aus; zur Ausbildung des Embryo und zur Keimung sind sie unnötig. So fanden wir ja auch bei *Mirabilis Jalapa xantha* genau die gleiche Fruchtbarkeit und Keimfähigkeit, wie bei *M. J. chlorina* (S. 894).

Daß das Verhältnis *peraurea* : *typica* so auffällig genau 2 : 1 ist, weist darauf hin, daß die *aurea*-Homozygoten wohl gebildet werden, die Embryonen aber zugrunde gehen, daß also eine vollständige „Eliminierung“ nach HERIBERT NILSSON's Terminologie (1915, S. 30) vorliegt und keine „Prohibition“, bei der die betreffenden Keimzellkombination aus irgend einem Grunde überhaupt nicht zustande kommt, ohne daß die Samenanlagen untauglich würden, so daß sie andere Kombinationen eingehen können. E. WILSON hat bei Besprechung der gelben Mäuse CUÉNOT's (1906, S. 31 Anm., vgl. auch HERIBERT NILSSON 1915, S. 28) darauf aufmerksam gemacht, daß bei Inzucht von Bastarden die Zahl der Heterozygoten zunehmen muß, wenn eine Homozygoten-Kombination durch Prohibition nicht gelingt, während die Zahl der anderen Homozygoten sich dabei nicht verändert. Dadurch nähert sich das

Zahlenverhältnis zwischen Heterozygoten und erhaltenen Homozygoten, statt 2 : 1 zu sein, mehr oder weniger weit 3 : 1. Dagegen läßt sich, soviel ich sehe, nichts einwenden. Man vergleiche auch die neueste Arbeit RENNER's über Önotheren (1917, S. 152), die erst während des Abschlusses des Manuskriptes erschienen ist¹⁾, und den Zusatz am Schlusse, S. 921.

Freilich konnte ich bis jetzt den Zeitpunkt der Elimination nicht feststellen. Leider ist auch durch die Organisation unserer Versuchspflanze, vor allem durch die winzigen weiblichen Blüten mit ihren einzelnen Samenanlagen in den Fruchtknoten, die weitere Aufklärung dieses Verhaltens sehr erschwert. — Der Pollen der *peraurea* ist so vollkommen gut ausgebildet, wie der der *typica*; bei beiden fanden sich nur ganz einzelne geschrumpfte Körner.

Unter den wenig zahlreichen Fällen, wo bisher im Pflanzen- und Tierreich ein Ausfall von Homozygoten konstatiert worden ist — man vergleiche die Zusammenstellung bei HERIBERT NILSSON, 1915, S. 42f. —, steht *Urtica urens peraurea* ziemlich isoliert da. Bei den gelben Mäusen CUÉNOT's und den Weizen-Zwergen VILMORIN's liegt offenbar Prohibition vor, da sich das Zahlenverhältnis 3 : 1 nähert. Über die von H. NILSSON erwähnten Kartoffelbastarde liegen keine genügenden Angaben vor. Hinsichtlich der Önotheren vergleiche man H. NILSSON a. a. O. und RENNER (1917, S. 148f.). Ähnlich wie die *peraurea* als Elimination zu deuten ist der von RAWL's und MORGAN studierte Fall der rotäugigen *Drosophila*, die nur als Weibchen lebensfähig ist (MORGAN 1913, S. 221), vor allem aber LODEWIJKS' (1911, S. 150) *Nicotiana Tabacum aurea*, der die *aurea*-Homozygoten völlig fehlen, und die wohl eine völlige Parallele, also ebenfalls eine *peraurea* ist, wenn die noch ungeklärten Zahlenverhältnisse der Nachkommenschaft wirklich, wie der Autor annimmt, sekundär entstehen.

Natürlich liegt auch bei BAUR's *Antirrhinum majus aureum* eine Elimination vor, die nur später und aus einem anderen Grunde erfolgt, als bei unserer Brennessel.

C. Die übrigen Eigenschaften der *peraurea*.

Die *peraurea*-Sippe unterscheidet sich, wie wir schon sahen (S. 893), von der *chlorina*-Sippe dadurch, daß nicht alle 4 Blattfarbstoffe annähernd gleichmäßig gegenüber der normalen Sippe herabgesetzt sind, sondern daß die Chlorophylle fast allein oder doch in stärkerem Maße zurücktreten als die Carotinoide. Die kolorimetrische Untersuchung gleich alter Sämlinge der

¹⁾ RENNER weist darin auch mit vollem Recht auf die Folgen hin, die ungleich schnelles Wachstum der Schläuche zweier genotypisch verschiedener Pollensorten im gleichen Griffel haben muß, ein Problem, auf dessen große Wichtigkeit auch mein gelungener Versuch hinweist (1917), bei *Melandrium* das Geschlechtsverhältnis durch die Menge Pollen zu verschieben, die auf die Narben gebracht wird. Die Wirkung läßt sich kaum anders erklären, als — wie ich es dort getan habe — dadurch, daß die Schläuche der weibchenbestimmenden Pollenkörner schneller zu den Samenanlagen gelangen.

peraura- und der *typica*-Sippe der *Urtica urens* lehrte das ohne weiteres. Der alkoholische Chlorophyllauszug aus gleichem Frischgewicht war bei *peraura* entschieden gelber. Nach dem Ausschütteln mit Petroläther war die gelbe (alkoholische) Schicht der *peraura* jedenfalls nicht heller als die der *typica*, die stark verschiedene Nuance — bei *peraura* war die Schicht viel reiner gelb, bei *typica* deutlich grünlich — machte aber auch dann noch einen genauen Vergleich unmöglich. Die verschiedene Färbung der *chlorina* ist übrigens ohne weiteres zu sehen, wenn man die *peraura*-Sämlinge neben Keimlinge der *Urtica pilulifera chlorina* auf gleicher Altersstufe hält.

Die *peraura*-Sämlinge werden mit dem zunehmenden Alter intensiver und reiner grün. Wenn man die Intensität frischer Blätter herangewachsener *peraura*-Pflanzen = 100 setzt, zeigt dasselbe Gewicht an Keimlingen, direkt unter den Kotyledonen abgeschnitten, etwa 35—45 Prozent, und die Sämlinge auf dem etwas älteren Stadium, auf dem sie pikiert wurden, etwa 40 Prozent, soweit die mit dem Alter zunehmende grüne Nuance den Vergleich überhaupt gestattet. Bei der *typica* ändert sich mit dem Heranwachsen die Nuance kaum, während die Stärke der Färbung, auf gleiche Gewichtsteile bezogen, ebenfalls, aber weniger auffällig zunimmt. Im erwachsenen Zustand kann das relative Mehr an gelben Farbstoffen so gering sein, daß der Unterschied gegenüber der *chlorina* fast verwischt ist. *Typica* gleich 100 gesetzt, hat *peraura* dann etwa die Intensität 50, ist also dunkler als die meisten *chlorina*-Sippen. Daß bei der Stammpflanze etwa 30 gefunden worden war (S. 912), hängt gewiß damit zusammen, daß diese mit einem aus dem Freien geholten, besonders dunkelgrünen Individuum verglichen wurde, während später Pflanzen einander gegenüberstanden, die gleich alt und unter den gleichen Bedingungen (im Kalthaus) aufgewachsen waren.

Die *peraura* keimt schon im Durchschnitt etwas langsamer und bleibt in der Entwicklung stark hinter der *typica* zurück; ihre Sterblichkeit ist aber durchaus nicht größer. Der Unterschied, der bei eben gekeimten Pflänzchen gleich Null ist, nimmt rasch zu. Schon vor Entfaltung des ersten Laubblatt-paares macht das Gewicht der mit etwas Hypokotyl abgeschnittenen *peraura*-Keimlingen nur $\frac{2}{3}$ von dem Gewichte gleichaltriger und gleichbehandelter *typica*-Keimlinge aus (98 *peraurae* wogen 0,247 g, 62 *typicae* 0,223 g). Bald sind die *peraura*-Sämlinge nicht mehr halb so schwer als die *typicae*, wie die folgende kleine Tabelle 14 zeigt.

Tabelle 14.

Sippe	Gesamt- zahl	Gewicht in g	Mittleres Gewicht eines Sämlings	
			in mg	Verhältnis
<i>peraura</i> . .	830	6,492	7,82	42,4
<i>typica</i> . .	423	7,802	18,44	100,0

Die Sämlinge waren genau gleich alt, hatten eben das erste Laubblattpaar entfaltet und waren dicht unter den Kotyledonen abgeschnitten worden. Zur Wägung waren sie in 4 Gruppen gebracht worden, die immer eine Anzahl der Versuche 6—42 (S. 913) umfaßten; sie gaben für *peraeurea* 35, 41, 44 und 48 Prozent des Gewichtes der *typica* aus den gleichen Versuchsnummern.

Die folgende Tabelle 15 gibt das Gewicht älterer, pikierter und einzeln gewogener *aurea*- und *typica*-Pflanzen, die ebenfalls unter der Ansatzstelle der Kotyledonen abgeschnitten worden waren, und zwar beidemale von älteren, die auf dem Stadium von Fig. 9 (S. 919) standen, und von einem jüngeren Rest. Die einzelnen, auf Zentigramme festgestellten Gewichte sind in Stufen von halben Gramm zusammengefaßt.

Tabelle 15.

g	0,0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
<i>typica</i>	2	1	5	5	4	2	.	3	.	2	
<i>peraeurea</i>	9	20	9	1	.	.	.	.	.	.	.

Die 39 *peraeurea* wogen zwischen 2,11 und 0,70 g, zusammen 52,03 g, im Mittel also 1,34 g, die 24 *typica* zwischen 5,93 und 1,25 g, zusammen 75,64 g, im Mittel also 3,15 g. Setzt man das mittlere Gewicht der *typica* = 100, so wog die *peraeurea* jetzt durchschnittlich 42,5. Die außerordentliche Übereinstimmung des Verhältnisses der mittleren Gewichte von *peraeurea* und *typica* bei den Sämlingen (Tab. 14, 42,4 : 100) und älteren Pflanzen (Tab. 15, 42,5 : 100), trotz einer durchschnittlichen Gewichtszunahme auf fast das 200fache, ist gewiß nur zufälliger Natur, beweist aber doch, daß der Gewichtsunterschied der Keimlinge auch späterhin weitgehend erhalten bleibt.

Verglichen mit der *chlorina*-Sippe, speziell von *Mirabilis Jalapa* (PLESTER 1912, S. 37), ist bei *peraeurea* die Entwicklung gegenüber der Normalform noch stärker herabgesetzt, statt um 34 Prozent, wie bei *chlorina*, um etwa 57 Prozent.

Sehr auffällig ist der Unterschied der beiden Sippen, wenn man sie zusammen im gleichen Topf zieht. Fig. 9 zeigt einen solchen Versuch; in der Mitte hintereinander zwei *typicae*, rechts und links je eine *peraeurea*. Ich hatte sogar den Eindruck, als ob durch die Konkurrenz um dieselbe Menge Erde der Unterschied noch gesteigert worden wäre. Wägungen an solchem Material liegen mir nicht vor; Messungen an 24 Pflanzen aus 6 Töpfen, auf einem jüngeren Stadium als dem photographierten angestellt, gaben als mittlere Höhe für die 12 *typica* 8,25 cm (Maximum 10,5, Minimum 5), für die 12 *peraeurea* 3,54 cm (Maximum 4,5, Minimum 2,5). Isoliert gezogene *peraeurea*-Pflanzen können dagegen ganz beträchtliche Höhe — über 50 cm — erreichen.

Die anatomische Untersuchung zeigte, daß alle geprüften *peraeurea*-Blätter bei gleicher Dicke etwas weitere und lockerer gestellte Palisadenzellen haben als die *typica*-Blätter. Die Chloroplasten fand ich meist merklich kleiner,

die Stärkebildung war auffällig geringer, nahm aber mit der Alterszunahme des Grüns ebenfalls zu (vgl. dazu KIESSLING 1912).

Eine einzige *peraurea*-Pflanze wies auf einem Blatte einen quadratischen, etwa 4 qmm großen, typisch grünen Fleck auf, als örtlichen „Dominanzwechsel“. Alles Suchen nach einer *variegata*-Sippe war bis jetzt vergeblich.

D. Die Erbformel der *peraurea*.

BAUR (1910b, S. 89; 1911, S. 118) gibt seinem *Antirrhinum majus aureum* die Erbformel $ZZ Yy NN$, wobei Z für sich allein gelbe Farbe der Chromatophoren bewirkt, also *xantha*-ähnliche Sämlinge, Y bei Pflanzen, die Z enthalten, *chlorina*-Färbung hervorruft, die, wenn noch N dazu kommt, zu normalem Grün wird (vgl. S. 898). Pflanzen, die nur hinsichtlich des *chlorina*-Faktors heterozygotisch sind ($ZZ Yy NN$), sind die *aurea*; sie müssen spalten in 1 $ZZ YY NN$ (= *typica* mit normalem Grün), 1 $ZZ yy NN$ (= *xantha*-ähnlich und nicht auf die Dauer lebensfähig) und 2 $ZZ Yy NN$, neue *aurea*-Pflanzen.

Diese Erklärung spricht durch ihre Einfachheit und Eleganz außerordentlich an. Ihre Gültigkeit für *Antirrhinum majus*, die ich durchaus nicht bezweifeln will, hängt von dem Verhalten der Bastarde zwischen den Sippen



Fig. 9. 2 Sämlinge der *Urtica urens peraurea* (rechts und links) und der *U. u. typica* in der Mitte, gleich alt im gleichen Topf aufgezogen.

chlorina und *aurea* ab, über die noch nichts veröffentlicht ist. Wichtig wäre vor allem, das Verhältnis der Farbstoffe bei *chlorina*, *aurea* und dem aus ihnen zu gewinnenden Genotypus mit der Erbformel $nn Yy ZZ$ zu kennen, der gegenüber der *aurea* ($NN Yy ZZ$) — wegen der fehlenden Steigerungsfaktoren NN — wesentlich heller sein müßte, wie schon die *chlorina* selbst gegenüber der *aurea*.

Die Erbformel der *aurea* kann aber, abgesehen von den S. 899 erwähnten allgemeinen Bedenken, nicht ohne weiteres auf unsere *peraurea* übertragen

werden oder verlangt doch den Einsatz anderer Faktoren. Wir haben bei *Mirabilis Jalapa* eine Pflanze kennengelernt, die genau die Erbformel besitzt, die BAUR der *aurea* gegeben hat (nach seiner Schreibweise $NN Yy ZZ$, nach unserer $NN Cc ZZ$), die aber ganz anders aussieht, nämlich genau so wie die *typica* (S. 907). Ich glaube deshalb nicht, daß die Formel für die *peraurea* der *Urtica urens* paßt.

Wir kennen zur Zeit freilich keine *chlorina*-Sippe der *Urtica urens*, dagegen ist sie uns von *U. pilulifera* bekannt, und dort gibt es auch *typica*-Pflanzen, die nicht lebensfähige, gelblichweiße, etwas grün angelaufene Sämlinge abspalten. Diese Heterozygoten sind nun von reiner *pilulifera typica* ebenfalls nicht zu unterscheiden, während die *typica*-Heterozygoten, die *chlorina* abspalten, merklich heller sind. Die Verhältnisse gehen also bei *Mirabilis Jalapa* und *Urtica pilulifera* weitgehend parallel, und man darf annehmen, daß sich *U. urens chlorina*, wenn sie einmal gefunden sein wird, ebenso verhält, $NN Cc ZZ$ also typisch grün und nicht *peraurea* sein wird.

Der Faktor Y kann also bei *peraurea* nicht wohl der *chlorina*-Faktor sein (den wir deshalb im Vorhergehenden mit C bezeichnet haben), auch ZZ kann bei *Urtica urens* nicht das Z der *Mirabilis* sein, seiner letalen Eigenschaften halber. Endlich kann auch das N der *peraurea* nicht das N der *Mirabilis* und *Urtica pilulifera* sein, da es ja nicht wie dieses mit C , sondern mit Y zusammen das *typica*-Grün hervorruft. Wir könnten also von der Erbformel des *Antirrhinum majus aureum* nur die Grundidee auf unsere *peraurea* anwenden.

Da wir es aber einerseits im Grunde gewiß auch hier mit einem Hemmungsfaktor zu tun haben (S. 900), und andererseits die Beschaffenheit der *aurea*-Homozygoten ganz unbekannt ist — ihr allzufrüher Tod kann nicht als Beweis eines völligen oder teilweisen Farbstoffmangels gelten (S. 915) —, empfiehlt es sich wohl — ähnlich wie BAUR ursprünglich bis 1910 das *Antirrhinum majus aureum* erklärt hat —, einen Faktor H' anzunehmen, der, einmal vorhanden, aus $TT typica peraurea$ macht und, doppelt vorhanden, die Ausbildung der Embryonen verhindert. *Typica* wäre dann $TT h'h'$, *peraurea* $TT H'h'$ und die unbekanntenen Homozygoten $TT H'H'$.

Wenn ich früher von Dominanz dieses Faktors bei *A. m. aureum* gesprochen habe (1909 a, S. 294 „*aurea* dominiert oder hat doch einen sehr starken Einfluß auf die grüne Anlage des andern Elters“), so war das ein ungenauer Ausdruck, den SHULL (1914, S. 46) mit Recht beanstandet hat; bei völliger Dominanz müßten ja auch die Heterozygoten nicht lebensfähig und unbekannt sein. Eine Prävalenz ist aber sicher vorhanden, denn der Chlorophyllgehalt der *aurea* geht unter 50 Prozent herab. Wie gering der Chlorophyllgehalt der fehlenden Homozygoten auch sein könnte, die *peraurea* stünde ihnen doch noch etwas näher als der *typica*. Auch nach der Quantenhypothese (S. 910) sollten also diese fehlenden Homozygoten ein doppeltes Gen mehr besitzen als die *typica*-Homozygoten.

Zusammenfassend können wir sagen: Die *peraurea*-Sippe ist einstweilen nur für *Urtica urens* sicher nachgewiesen, wahrscheinlich auch bei *Nicotiana Tabacum aurea* (LODEWIJKS) vorhanden. Sie charakterisiert sich:

1. durch die gelbgrüne Laubfarbe, die (in der Jugend) auf einer starken Abnahme der beiden Chlorophylle, nicht des Xanthophylls und Carotins beruht (Gegensatz zu *chlorina*),
2. durch eine Zunahme der Intensität des Grüns während der Entwicklung (durch die sie im Alter der *chlorina* ähnlich wird),
3. durch auffallend schwache Entwicklung nach Höhe und Gewicht (worin sie hinter *chlorina* noch zurückbleibt),
4. durch Vererbung nach dem monohybriden Schema,
5. durch Abspaltung typisch grüner, homozygotischer Individuen,
6. durch die völlige Elimination der anderen (nicht typisch grünen) Homozygotenklasse, so daß auch die Keimlinge genau das Verhältnis 2 *peraurea* : 1 *typica* geben (Unterschied von BAUR's *aurea*), also
7. durch ihre Existenzfähigkeit ausschließlich im heterozygotischen Zustand.

Sie kommt wahrscheinlich durch einen Hemmungsfaktor zustande, der, doppelt vorhanden, den Embryo (wohl schon sehr frühzeitig) nicht lebensfähig macht, oder mit einem besonderen, „letal“ Faktor verkoppelt ist.

Zusatz zu S. 916.

Folgen des Ausfalles einer Homozygotenklasse eines einfachen mendelnden Bastardes.

Hält man sich an die einfachsten, in unserem Fall zutreffenden Verhältnisse eines Monohybriden Aa mit den Keimzellen A und a , so kann man sagen:

Wenn eine Klasse Homozygoten, aa , ausfällt, bleibt das Verhältnis der übrigen zwei Individuenklassen, Heterozygoten Aa , aA und Homozygoten AA , entweder I unverändert, also 2 : 1, oder es nähert sich II dem Extrem 3 : 1 oder III dem Extrem 1 : 1.

I (Verhältnis 2 : 1) tritt ein, wenn die eine Verbindung der Keimzellen, aa , zwar genau ebenso leicht gelingt wie die drei andern, Aa , aA , AA , die Embryonen aa aber früher oder später zugrunde gehen, oder wenn diese Verbindung aa doch so weit vorbereitet wird, daß die betreffenden weiblichen Keimzellen a ausgeschaltet sind (Elimination).

II (Verhältnis 3 : 1) tritt ein, wenn bei Über- oder Unterzahl der männlichen Keimzellen die beiderlei Samenanlagen (oder Eizellen) A und a eine Auswahl unter ihnen treffen, so daß sich die eine Hälfte weiblicher Keimzellen, A , von beiden Sorten Pollenschläuchen (bzw. Spermakernen), A und a , befruchten läßt, die andere, a , nur von einer Sorte, A (Prohibition). Bei gleicher Zahl der männlichen und weiblichen Keimzellen ist das Verhältnis 2 : 1.

III (Verhältnis 1 : 1) tritt ein, wenn bei Überzahl der Pollenkörner (bzw. Spermakerne) *A* und *a* unter diesen eine Konkurrenz um die beiderlei sich gleich verhaltenden Samenanlagen (oder Eizellen) stattfindet, indem z. B. die eine Sorte Spermakerne, *A*, durch schneller wachsende Schläuche vor der andern, *a*, zu den Samenanlagen geführt wird. Außer *aa* fällt dann auch *Aa* (nicht *aA*) aus.

Das nachfolgende Schema zeigt das Verhalten im Extrem und den Einfluß, den die Zahl der Pollenkörner im II. und III. Fall (und nur in diesem) haben muß.

Literaturverzeichnis zu I, II und III.

- E. BAUR, 1907. Untersuchungen über die Erblichkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXV, S. 442.
- , 1908. Die Aurea-Sippen von *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 124.
- , 1910a. Vererbungs- und Bastardierungsversuche mit *Antirrhinum*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. III, S. 34.
- , 1910b. Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Ebenda Bd. IV, S. 82.
- , 1911. Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin.
- , 1914. II. Auflage.
- C. CORRENS, 1901. Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Biblioth. Botanic. Heft 53, G. A. 7, 65.
- , 1902. Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesell. Bd. XX, S. 598, G. A. 11, 315.
- , 1903. Über die dominierenden Merkmale der Bastarde. Ebendort Bd. XXI, S. 140, G. A. 12, 329.
- , 1905. Über Vererbungsgesetze. Berlin.
- , 1909a. Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 291, G. A. 30, 613.
- , 1909b. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung. Ebenda Bd. II, S. 131, G. A. 31, 648.
- , 1910. Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden *Mirabilis*-Sippen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXVIII, S. 418, G. A. 32, 657.
- , 1912. Über Vererbungsgesetze. 2. Aufl. Berlin.
- , 1915. Über eine nach den MENDELSCHEN Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. LVI, S. 585, G. A. 38, 760.
- , 1917. Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. S. 685, G. A. 42, 849.
- O. DRUDE, 1916. Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit *Cucurbita Pepo*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXXV, Generalvers.-Heft, S. (26).
- R. A. EMERSON, 1912. The inheritance of certain forms of chlorophyll reduction in corn leaves. 25th Annual Report of the Nebraska Agricultural Experiment Station.
- V. HÄCKER, 1908. Über Axolotlkreuzungen. Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. 10.
- S. IKENO, 1913. Studien über die Bastarde von Paprika (*Capsicum annum*). Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. X.
- L. KIESSLING, 1912. Über eine Mutation in einer reinen Linie von *Hordeum distichum*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. VIII, S. 48.

- G. KRÄNZLIN, 1908. Anatomische und farbstoffanalytische Untersuchungen an panaschier-
ten Pflanzen. Dissertation. Berlin.
- A. LANG, 1908. Über die Bastarde von *Helix hortensis* MÜLLER und *Helix nemoralis* L.
Jena.
- , 1909. Über Vererbungsversuche. Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. S. 17.
- , 1912. Vererbungswissenschaftliche Miscellen. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u.
Vererbungslehre Bd. VIII.
- J. A. LODEWIJKS jr., 1911. Erbliehkeitsversuche mit Tabak (I). Zeitschr. f. indukt. Ab-
stamm. u. Vererbungslehre Bd. V, S. 139.
- FR. C. MILES, 1915. A Genetic and Cytological Study of certain Types of Albinism in
Maize. Journ. of Genetics IV.
- TH. H. MORGAN, 1913. Heredity and Sex. New York.
- H. NILSSON-EHLE, 1913. Einige Beobachtungen über erbliche Variationen der Chloro-
phylligenschaften bei den Getreidearten. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Ver-
erbungslehre Bd. IX, S. 289.
- N. HERIBERT NILSSON, 1915. Die Spaltungserscheinungen der *Oenothera Lamarckiana*.
Lunds Univ. Årsskrift N. F. Avd. 2. Bd. XII, Nr. 1.
- W. PFEFFER, 1904. Pflanzenphysiologie Bd. II. Leipzig.
- L. PLATE, 1910. Vererbungslehre und Deszendenztheorie. Festschrift für R. HERTWIG,
II. S. 537. Jena.
- , 1913. Vererbungslehre. Leipzig.
- W. PLESTER, 1912. Kohlensäureassimilation und Atmung bei Varietäten derselben Art,
die sich durch die Blattfärbung unterscheiden. COHNS Beitr. z. Biologie d. Pflanzen.
Bd. XI, S. 249. Zitiert n. d. Sonderabzug.
- O. RENNER, 1917. Versuche über die gametische Konstitution der *Önotheren*. Zeitschr.
f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. XVIII, S. 121.
- G. H. SHULL, 1913. Über die Vererbung der Blattfarbe bei *Melandrium*. Ber. d. Deutsch.
Botan. Gesellsch. Bd. XXXI, S. (40). (Generalvers.-Heft.)
- A. H. TROW, 1916. On „Albinism“ in *Senecio vulgaris* L. Journ. of Genetics Vol. VI, S. 65.
- H. DE VRIES, 1900. Sur la loi de disjonction des hybrides. Compt. Rend. de l'Acad. d.
Scienc. Paris.
- R. WILLSTÄTTER und A. STOLL, 1913. Untersuchungen über Chlorophyll. Methoden und
Ergebnisse. Berlin.
- , 1915. Über die chemische Einrichtung des Assimilationsapparates. Sitzungsber. d.
Berl. Akad. d. Wiss. 15. April.

Schema.

Bastard $A a$ bei Inzucht; in F_2 fällt aa (und Aa) zum Teil völlig aus, durch Absterben, †, oder infolge von Selektion, 0.
 100 taugliche Samenanlagen im Fruchtknoten.

	III			I			II		
	Absolute Selektion, Konkurrenz (z. B.: die A -Pollenschläuche doppelt so schnell als die a -Schläuche)			Elimination (z. B.: die aa -Embryonen sterben ab)			Relative Selektion, Prohibition (z. B.: die a -Samenanlagen werden von den a -Pollenschläuchen nicht gefunden)		
A	Samenanlagen	50 A	50 a	50 A	50 a	50 A	50 a	50 A	50 a
	Pollenkörper .	12 A | 12 a	12 A | 12 a	12 A | 12 a	12 A | 12 a	12 A | 12 a	12 A | 12 a	12 A | 12 a	12 A | 12 a
48	Pollenkörper	12 $A A$ | 12 $A a$	12 $A a$ | 12 $a a$	12 $A A$ | 12 $A a$	12 $A a$ | 12 $a a$	12 $A A$ | 12 $A a$	12 $A a$ | 12 $a a$	12 $A A$ | 12 $A a$	12 $A a$ | 12 $A a$
	Ergebnis . .	1 : 2	: 1	1 : 2	: 2	1 : 2	: 2	1 : 2	: 3
B	Samenanlagen	50 A	50 a	50 A	50 a	50 A	50 a	50 A	50 a
	Pollenkörper .	25 A | 25 a	25 A | 25 a	25 A | 25 a	25 A | 25 a	25 A | 25 a	25 A | 25 a	25 A | 25 a	25 A | 25 a
100	Pollenkörper	25 $A A$ | 25 $A a$	25 $A a$ | 25 $a a$	25 $A A$ | 25 $A a$	25 $A a$ | 25 $a a$	25 $A A$ | 25 $A a$	25 $A a$ | 25 $a a$	25 $A A$ | 25 $A a$	25 $A a$ | 25 $a a$
	Ergebnis . .	1 : 2	: 1	1 : 2	: 2	1 : 2	: 2	1 : 2	: 0
C	Samenanlagen	50 A	50 a	50 A	50 a	50 A	50 a	50 A	50 a
	Pollenkörper .	50 A | 50 a	50 A | 50 a	50 A | 50 a	50 A | 50 a	50 A | 50 a	50 A | 50 a	50 A | 50 a	50 A | 50 a
200	Pollenkörper	50 $A A$ | 50 $A a$	50 $A a$ | 50 $a a$	50 $A A$ | 50 $A a$	50 $A a$ | 50 $a a$	50 $A A$ | 50 $A a$	50 $A a$ | 50 $a a$	50 $A A$ | 50 $A a$	50 $A a$ | 50 $a a$
	Ergebnis . .	1 : 1	: 0	1 : 1	: 0	1 : 2	: 2	1 : 2	: 3

Fall II und III kann man als *selektive Befruchtung* zusammenfassen und wieder unterscheiden zwischen einer Selektion, die nur eine bestimmte Kombination (in unserem Beispiel aa) ausschaltet, während alle vierlei Keimzellen tauglich bleiben — Fall II —, und einer Selektion, die eine ganze Keimzellklasse (in unserem Beispiel die *männlichen* Keimzellen a) beseitigt — Fall III. Sie ließen sich als *relative* (II) und *absolute* (III) selektive Befruchtung auseinandertreten.

44. Fortsetzung der Versuche zur experimentellen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Sitzungsberichte d. Preußischen Akademie d. Wissenschaften. Bd. 50, S. 1175—1200. 1918.

In einer Abhandlung, die ich vor Jahresfrist der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften überreichen durfte (1917, G. A. 42, 849), habe ich gezeigt, daß bei der getrenntgeschlechtigen Blütenpflanzen-Gattung *Melandrium* das Geschlechtsverhältnis der Nachkommenschaft sehr deutlich davon abhängt, wieviel Pollen zur Bestäubung verwendet worden war. Sehr viel Pollen ruft die Entstehung von verhältnismäßig mehr Weibchen hervor, wenig Pollen dagegen jene von mehr Männchen. Diese experimentell sichergestellte Abhängigkeit läßt sich sehr leicht durch die Konkurrenz der beiderlei Pollensorten — der Weibchenbestimmer und der Männchenbestimmer — um die Samenanlagen, beziehentlich die darin enthaltenen Eizellen erklären, unter der Annahme, daß die eine Sorte Pollenkörner, die Weibchenbestimmer, im Vorteil sei, in dem ihre Schläuche im Durchschnitt rascher zu den Samenanlagen gelangen.

Die vorliegende Mitteilung bringt den Abschluß dieser ersten Versuchsreihen und einige neue, die eine weitere Bestätigung meiner Annahme ergeben haben. Sie deckt auch die Beziehung auf, die zwischen der Stellung der Samenanlagen im Fruchtknoten und dem Geschlecht der daraus entstehenden Samen besteht und berichtet vorläufig über den Einfluß des Alters der Pollenkörner.

Wegen der Problemstellung selbst und aller Vorfragen, auch wegen der Literatur, verweise ich auf die erste Abhandlung. Die Beschreibung der Versuche kommt vielleicht manchem zu weitläufig vor; es schien mir aber dadurch ihre Wiederholung erleichtert zu sein. Wer schon alte derartige Versuche kritisch nachprüfen wollte, weiß, welche Schwierigkeiten die allzu kurzen Angaben über die Versuchsanstellung oft machen.

Gleichzeitig mit meiner vorhergehenden Mitteilung ist eine sehr wichtige Studie O. RENNER's (1917) über die genetische Konstitution der Önotheren erschienen, in der auch (S. 148 u. f.) der Einfluß besprochen wird, den eine ungleiche Schnelligkeit der Schlauchbildung bei den verschiedenen Pollensorten spaltender Bastarde auf das Zahlenverhältnis der Nachkommen haben muß. Dabei wird darauf hingewiesen (S. 151), daß die Samen, deren Bildung auf die Befruchtung durch die langsamer wachsenden Pollenschläuche zurückzuführen sei, vorzüglich im unteren Teil des Fruchtknotens zu finden sein werden, wie, nach den Beobachtungen, die im dritten Abschnitt mitgeteilt werden, bei *Melandrium* dort auch mehr Männchen entstehen.

I. Abschluß der Bestäubungsversuche mit sehr viel und mit wenig Pollen.

Im ersten Jahre, dem der Aussaat, hatten von den ausgepflanzten Sämlingen 2568 geblüht, und zwar (1917, S. 703, G. A. 42, 866):

Pflanzen aus Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren: 1276, davon 895 Weibchen und 381, also 29,86 Prozent Männchen.

Pflanzen aus Kapseln, die mit wenig Pollen erzeugt worden waren: 1292, davon 737 Weibchen und 555, also 42,96 Prozent Männchen.

Am 30. September 1917 waren noch (1917, S. 703, Tab. 3, G. A. 42, 866) 2258 Rosetten vorhanden — 1054 von der ersten und 1204 von der zweiten Herkunft. Sie kamen relativ gut durch den Winter; 2065 blühten bis Ende Juni 1918. Ein kleiner Teil, 18, trotzte auch dann noch; die übrigen, 175, waren eingegangen. Nach STRASBURGER (1900, S. 759) leiden die männlichen Stöcke von *Melandrium* im Winter nachweislich stärker. Nähere Angaben fehlen leider. Eigene, umfangreiche Beobachtungen, auf die ich an anderer Stelle einzugehen beabsichtige, sprechen gegen eine auffällig größere Sterblichkeit der Männchen. Einen irgend merklichen Einfluß auf das Ergebnis hätten diese 175 unbestimmt abgestorbenen Stöcke also nicht haben können.

Das Gesamtergebnis der Aufnahmen am 24. Mai, 1. Juni und 22. Juni 1918 war:

Pflanzen aus Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren: 980, davon 647 Weibchen und 333, also 33,98 Prozent Männchen.

Pflanzen aus Kapseln, die mit wenig Pollen erzeugt worden waren: 1085, davon 597 Weibchen und 488, also 45,07 Prozent Männchen.

Es sind also wieder, wie bei den im Vorjahre blühenden Pflanzen, bei den Versuchen mit sehr viel Pollen viel mehr Weibchen vorhanden als bei den Versuchen mit wenig Pollen; die Differenz der beiden Prozentzahlen ist 11,09.

Für die Berechnung des mittleren Fehlers der Differenz haben wir:

Tabelle 1.

Versuchsreihen	Prozent ♂	Prozent ♀	Gesamtzahl (n)	σ in Prozenten	σ: $\sqrt{n} = m$ in Prozenten
Sehr viel Pollen . . .	33,98	66,02	980	47,36	+ 1,51
Wenig Pollen	45,07	54,93	1085	49,76	+ 1,51

Der mittlere Fehler der Differenz (11,09 Prozent) ist also

$$\pm \sqrt{1,51^2 + 1,51^2} = \pm 2,36 \text{ Prozent.}$$

Sie ist demnach fast 5 mal (genau 4.7 mal) so groß, als ihr mittlerer Fehler, folglich sichergestellt.

Ich gebe noch in Tabelle 2 das Ergebnis für die einzelnen Versuche, die jedesmal die Nachkommen aus den Samen einer Kapsel umschließen. Sie entspricht genau der Tabelle 6 in der früheren Mitteilung (1917, S. 709, G. A. 42, 871).

Tabelle 2. Ergebnisse der einzelnen Kapseln 1918.

Ver- suchs- pflanze	Ver- suchs- num- mer	I. Sehr viel Pollen				Ver- suchs- num- mer	II. Wenig Pollen			
		Gesamt- zahl	♀	♂	♂ Prozent		Gesamt- zahl	♀	♂	♂ Prozent
A. ♀ 15 d	36	133	79	54	41	38	56	33	23	41
	37	88	64	24	27	39	45	27	18	40
	66	108	66	42	39	40	58	26	32	55
	67	110	66	44	40	41	59	32	27	46
	—	—	—	—	—	68	66	37	29	44
	—	—	—	—	—	69	45	19	26	58
	—	—	—	—	—	70	57	27	30	53
	—	—	—	—	—	71	84	58	26	31
	Zus. ...	439	275	164	37,36	Zus. ...	470	259	211	44,89
Differenz II—I: 7,53 Prozent										
B. ♀ 21 a III	42	60	43	17	28	44	53	28	25	47
	43	51	36	15	29	45	39	21	18	46
	72	62	38	24	39	46	26	15	11	42
	73	84	59	25	30	74	65	30	35	54
	—	—	—	—	—	75	68	37	31	46
	—	—	—	—	—	76	40	20	20	50
	—	—	—	—	—	77	66	28	38	58
Zus. ...	257	176	81	31,52	Zus. ...	357	179	178	49,86	
Differenz II—I: 18,34 Prozent										
C. ♀ 22 b III	{ 47—50, 78 }	110	68	42	38,18	{ 51—55, 79, 80 }	142	87	55	38,73
Differenz II—I: 0,55 Prozent										
D. ♀ 25 b I	56	30	24	6	20	59	18	10	8	44
	57	46	36	10	22	60	27	20	7	26
	58	31	20	11	35	61	31	18	13	42
	81	67	48	19	28	82	40	24	16	40
Zus. ...	174	128	46	26,44	Zus. ...	116	72	44	37,93	
Differenz II—I: 11,49 Prozent										
Alles zusammen		980	647	333	33,98	All. zus.	1085	597	488	45,07
Differenz II—I: 11,09 Prozent										

Zieht man die Ergebnisse beider Jahre (1917 und 1918) zusammen, so erhält man als Gesamtergebnis:

Pflanzen aus Kapseln, die mit sehr viel Pollen erzeugt worden waren: 2256, davon 1542 Weibchen und 714, also 31,65 Prozent Männchen.

Pflanzen aus Kapseln, die mit wenig Pollen erzeugt worden waren: 2377, davon 1334 Weibchen und 1043, also 43,78 Prozent Männchen.

Die Differenz der Prozentzahlen ist 12,13.

Berechnet man auch hierfür in der oben angeführten Weise den mittleren Fehler, so findet man ihn zu $(\pm \sqrt{0,97^2 + 1,03^2} =) \pm 1,41$ Prozent; die Differenz ist also mehr als 8 mal so groß als ihr mittlerer Fehler (genauer 8,6 mal). Sie ist natürlich gesichert.

Tabelle 3. Ergebnisse der einzelnen Kapseln 1917 und 1918.

Ver- suchs- pflanze	Ver- suchs- num- mer	I. Sehr viel Pollen							Ver- suchs- num- mer	II. Wenig Pollen						
		Zahl der Sa- men	Ge- sam- zahl	♀	♂	Prozent ♂				Zahl der Sa- men	Ge- sam- zahl	♀	♂	Prozent ♂		
						1917	1918	1917 und 1918						1917	1918	1917 und 1918
A. ♀ 15 d	36	497	341	222	119	31	41	35	38	180	119	69	50	43	41	42
	37	464	272	190	82	32	27	30	39	210	116	76	40	31	40	34
	66	412	284	184	100	33	39	35	40	233	167	88	79	43	55	47
	67	396	247	158	89	33	40	36	41	234	133	77	56	39	46	42
	—	—	—	—	—	—	—	—	68	237	153	84	69	46	44	45
	—	—	—	—	—	—	—	—	69	222	139	68	71	48	58	51
	—	—	—	—	—	—	—	—	70	263	167	90	77	43	53	46
	—	—	—	—	—	—	—	—	71	272	175	108	67	46	31	38
Zus. .	1769	1144	754	390	32	37	34,09	Zus. .	1851	1169	660	509	43	45	43,54	
Differenz II—I: 9,45 Prozent																
B. ♀ 21a III	42	261	125	92	33	25	28	26	44	172	97	57	40	34	47	41
	43	240	101	72	29	28	29	29	45	182	84	50	34	36	46	40
	72	258	148	96	52	33	39	35	46	183	56	31	25	47	42	45
	73	252	151	113	38	19	30	25	74	168	121	55	66	55	54	55
	—	—	—	—	—	—	—	—	75	168	132	77	55	38	46	42
	—	—	—	—	—	—	—	—	76	180	94	48	46	48	50	49
	—	—	—	—	—	—	—	—	77	181	124	60	64	45	56	52
	Zus. .	1011	525	373	152	26	32	28,95	Zus. .	1234	708	378	330	43	50	46,61
Differenz II—I: 17,66 Prozent																
C. ♀ 22b III	47	97	31	24	7	—	—	23	51	54	21	9	12	—	—	57
	48	94	43	21	22	—	—	51	52	64	20	13	7	—	—	35
	49	78	25	18	7	—	—	28	53	65	32	13	19	—	—	59
	50	75	19	12	7	—	—	37	54	66	19	15	4	—	—	21
	78	113	49	36	13	—	—	27	55	70	27	18	9	—	—	33
	—	—	—	—	—	—	—	—	79	87	43	32	11	—	—	26
	—	—	—	—	—	—	—	—	80	86	48	31	17	—	—	35
	Zus. .	457	167	111	56	25	38	33,53	Zus. .	492	210	131	79	35	39	37,62
Differenz II—I: 4,09 Prozent																
D. ♀ 25b I	56	261	67	45	22	42	20	33	59	227	49	28	21	42	44	43
	57	256	125	88	37	34	22	30	60	239	55	32	23	57	26	42
	58	252	81	59	22	22	35	27	61	229	81	45	36	48	42	44
	81	318	147	112	35	20	28	24	82	204	105	60	45	45	40	43
	Zus. .	1087	420	304	116	28	26	27,62	Zus. .	899	290	165	125	47	38	43,10
Differenz II—I: 15,48 Prozent																
Alles zusammen	4325	2256	1542	714	29,9	34,0	31,65	Zus. .	4466	2377	1334	1043	43,0	45,1	43,78	
Differenz: II—I 12,13 Prozent																

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der beiden Jahre zusammengefaßt, wobei diesmal auch für die Versuchspflanze 22b III die einzelnen Kapseln getrennt aufgeführt werden, die in den früheren Tabellen, wegen ihrer geringen Nachkommenschaft, stets zusammengefaßt worden waren. Außerdem sind neben den Prozentzahlen für die Männchen in beiden Jahren zusammen auch noch die für die einzelnen Jahre getrennt in die Tabelle aufgenommen.

Man sieht, daß nicht bloß im Durchschnitt, sondern auch bei jeder einzelnen Versuchspflanze die Bestäubung mit sehr viel Pollen mehr Weibchen gegeben hat als die mit wenig Pollen. Ja, wenn wir von 22b III mit ihren sehr kleinen Zahlen absehen, haben sich auch die einzelnen Kapseln so verhalten; nur Vers. 39 macht eine Ausnahme.

Wenn die Pflanzen des Jahres 1918 auch im wesentlichen das gleiche Resultat gegeben haben wie die des Vorjahres, sind doch kleine Unterschiede vorhanden, auf die wir noch eingehen wollen.

Zunächst muß auffallen, daß im zweiten Jahr die Prozentzahlen für die Männchen in beiden Versuchsreihen — mit sehr viel und mit wenig Pollen — merklich größer sind als im ersten Jahre, durchschnittlich um 3,5 Prozent.

Tabelle 4.

Versuchsreihe	Prozente ♂		Differenz II--I
	I. 1917	II. 1918	
Sehr viel Pollen . . .	29,86	33,98	+ 4,12
Wenig Pollen	42,96	45,07	+ 2,11

Das kann natürlich nur darauf beruhen, daß von den Pflanzen, die überhaupt zum Blühen kamen, im ersten Jahr verhältnismäßig mehr Weibchen, im zweiten mehr Männchen blühten, mit anderen Worten, auf einer durchschnittlich rascheren Entwicklung der Weibchen. Es fragt sich nur, ob das Zufall war oder als ein sekundärer Geschlechtscharakter bei *Melandrium* aufzufassen ist.

Zur Beantwortung dieser Frage ziehen wir die beiden Versuchsreihen zusammen.

Tabelle 5.

Jahr	Gesamtzahl	♀	♂	in Prozent		σ in Prozent	m in Prozent
				♀	♂		
1917	2568	1632	936	63,55	36,45	48,13	± 0,95
1918	2065	1244	821	60,24	39,76	48,94	± 1,00
Zusammen	4633	2876	1757	62,08	37,92	48,52	

Der mittlere Fehler des Mittelwertes für die 2568 Pflanzen des Jahres 1917 ist $\pm \frac{48,52}{\sqrt{2568}} = \pm 0,96$ Prozent, und der für die 2065 Pflanzen des Jahres 1918 $\pm \frac{48,52}{\sqrt{2065}} = \pm 1,08$ Prozent. Die Abweichung des Mittelwertes für das erste Jahr (36,45) von dem Mittelwert für beide Jahre (37,92) beträgt also $1,47 \pm 0,96$ Prozent, die des Mittelwertes für das zweite Jahr (39,76) $1,84 \pm 1,08$ Prozent. Sie ist also nur anderthalb bis fast zweimal so groß als ihr mittlerer Fehler und nicht sichergestellt.

Demnach kann das stärkere Hervortreten der Weibchen im ersten Jahr, der Männchen im zweiten, Zufall sein. Wahrscheinlich handelt es sich jedoch trotzdem um einen sekundären Geschlechtscharakter. Dafür spricht nicht nur, daß beide Versuchsreihen, die mit sehr viel und die mit wenig Pollen, jede für sich im zweiten Jahr mehr Männchen gegeben haben, sondern auch, daß das die einzelnen Versuchspflanzen in beiden Versuchsreihen taten. Nur ♀ 25b I macht eine Ausnahme; hier sind, wieder in beiden Versuchsreihen, im zweiten Jahr die Weibchen relativ zahlreicher. In Tabelle 6 sind die Zahlen zusammengestellt.

Tabelle 6.

Versuchspflanze	I. Sehr viel Pollen Prozent ♂			II. Wenig Pollen Prozent ♂		
	1917	1918	Differenz 1918—1917	1917	1918	Differenz 1918—1917
15 d	32	37	+ 5	43	45	+ 2
21 a III	26	32	+ 6	43	50	+ 7
22 b III	25	38	+13	35	39	+ 4
25 b I	28	26	- 2	47	38	- 9
Zusammen ..	29,86	33,98	+4,12	42,96	45,07	+ 2,11

Der Vergleich lehrt ferner, daß die Differenz zwischen dem Versuchsergebnis mit sehr viel Pollen und dem mit wenig Pollen, in Prozentzahlen der Männchen ausgedrückt, im zweiten Jahr geringer ist, als im ersten, und zwar um 2,01 Prozent, indem sie statt 13,10 nur 11,09 Prozent beträgt (Tabelle 7).

Tabelle 7.

Versuchsreihe	Prozent ♂		Prozent ♀		Differenz 1918—1917	m
	1917	m	1918	m		
I. Sehr viel Pollen	29,86	$\pm 1,28$	33,98	$\pm 1,51$	+ 4,12	$\pm 1,97$
II. Wenig Pollen	42,96	$\pm 1,38$	45,07	$\pm 1,51$	+ 2,11	$\pm 2,05$
Differenz II—I . .	13,10	$\pm 1,90$	11,09	$\pm 2,36$	- 2,01	

Das kann nur darauf beruhen, daß nicht nur überhaupt im zweiten Jahre relativ mehr Männchen geblüht haben als im ersten, wie wir eben sahen, sondern daß sich diese Zunahme der Männchen nicht gleichmäßig auf die beiden Versuchsreihen (mit sehr viel und mit wenig Pollen) verteilte, daß sie vielmehr in der einen Reihe, und zwar bei den Bestäubungen mit sehr viel Pollen, größer gewesen ist als in der andern Reihe, bei den Bestäubungen mit wenig Pollen.

Es fragt sich wieder, ob dieser Unterschied zufälliger Natur ist.

Schon für die Versuche mit sehr viel Pollen ist der mittlere Fehler: $\pm 1,97$ Prozent, nur etwa halb so groß als die Differenz zwischen den beiden Jahren: 4,12 Prozent; diese ist also nicht sichergestellt. Und für die Versuche mit wenig Pollen ist sie es erst recht nicht, weil sie: 2,11 Prozent, nur etwa so groß ist, als ihr mittlerer Fehler: $\pm 2,05$ Prozent. Der Unterschied zwischen den beiden Differenzen: $4,12 - 2,11 = 2,01$ Prozent, bleibt selbst hinter seinem einfachen mittleren Fehler von $\pm 2,88$ Prozent beträchtlich zurück.

Es spricht also einstweilen nichts dafür, daß das verschiedene Verhalten der beiden Versuchsreihen besondere Ursachen hat; es scheint ein Spiel des Zufalls zu sein.

Bei den Versuchen, über deren Abschluß eben berichtet wurde, war die Pollenmenge bei den Bestäubungen mit wenig Pollen zwar so klein, daß keine Konkurrenz der Pollenschläuche stattfinden konnte, aber immerhin so groß, daß noch nahezu alle Samenanlagen der Fruchtknoten auch wirklich befruchtet wurden (1917, S. 701, G. A. 42, 864).

Unter den neuen Versuchen, die im Sommer 1917 ausgeführt wurden, waren auch solche, bei denen die Pollenmenge viel geringer gewählt wurde, so daß meist sehr viel weniger Samen aus den einzelnen Kapseln geerntet wurden, als Samenanlagen vorhanden gewesen waren. Es wurde dazu eine neue weibliche Versuchspflanze, 37 b, und ein neues Männchen, 37 c, verwendet. In den 118 Kapseln, die so erzeugt worden waren, fanden sich zwischen 7 und 275 Samen, die auch äußerlich tauglich erschienen. Davon wurden zunächst dreißig Kapseln ausgewählt, die zwischen 52 und 101 Samen gegeben hatten, und ihr Inhalt als Versuch 233 bis 262 ausgesät. Außerdem waren mit denselben Pflanzen zur Kontrolle Bestäubungen mit sehr viel Pollen ausgeführt worden, nach denen die Kapseln zwischen 314 und 445 Samen gaben, die äußerlich als gut erschienen; das Maximum rührte von einer sechszähligen Kapsel her. Hiervon wurde der Inhalt von 7 Kapseln als Versuch 226 bis 232 ausgesät.

Die kleine Tabelle 8 bringt die Ergebnisse, soweit die Pflanzen bis jetzt blühten. Die Differenz zwischen den Prozentzahlen für die Männchen in beiden

Versuchsreihen beträgt 11,64. Sie ist etwa so groß, wie wir sie bei den ersten Versuchsreihen im zweiten Jahre getroffen haben. Die weitere Herabsetzung der Pollenmenge hat also keine weitere Zunahme der Männchen bewirkt. Es war eben schon bei den ersten Versuchen mit wenig Pollen die Konkurrenz zwischen den zweierlei Pollenkörnern ausgeschaltet; daran konnte durch Herabgehen mit der Pollenmenge auf Spuren nichts mehr geändert werden.

Tabelle 8.

Versuche	Gesamt- zahl	♀	♂	♂ in Pro- zent
226—232 (sehr viel Pollen)	1441	933	508	35,25
233—262 (sehr wenig Pollen)	966	513	453	46,89

Es beweist das, daß die Zahl der Pollenkörner nicht als solche, sondern durch ihr Verhältnis zur Zahl der zu befruchtenden Samenanlagen, durch die Konkurrenz, auf das Geschlechtsverhältnis wirkt.

Auffallend ist die durchschnittlich größere Zahl Männchen in beiden neuen Versuchsreihen. Bei der Bestäubung mit sehr wenig Pollen kommt das Verhältnis 53,11 ♀ : 46,89 ♂ schon recht nahe an das „mechanische“ Verhältnis 50 ♀ : 50 ♂ heran. Schuld daran sind wohl Eigenheiten der neuen Versuchspflanzen, wie sie wahrscheinlich auch zwischen den Weibchen der ersten Versuchsreihen vorhanden sind. Ich hoffe, darauf nach dem Abschluß dieser Versuche zurückkommen zu können.

II. Das Geschlechtsverhältnis nach Bestäubung mit mäßig viel Pollen.

Wenn das Geschlechtsverhältnis bei *Melandrium* von der Zahl der Pollenkörner abhängt, die zur Bestäubung verwendet werden, so muß sich diese Abhängigkeit für die bestimmten Versuchspflanzen graphisch durch die Prozentzahlen eines bestimmten Geschlechtes darstellen lassen. Man trägt auf der Abszissenachse die Pollenmengen in ansteigender Folge auf, errichtet als Ordinaten Gerade, deren Längen den zugehörigen Prozentzahlen für ein bestimmtes Geschlecht entsprechen, und verbindet die Endpunkte der Ordinaten. Anfang und Ende dieser Linie sind schon durch die Versuche mit einem Maximum und einem Minimum an Pollenkörnern festgelegt; wie sie dazwischen verläuft, ist noch unbekannt.

1916 waren schon bei allen vier Versuchspflanzen auch noch Bestäubungen mit mäßig viel Pollen ausgeführt worden, nämlich mit so viel, als eine ganze Anthere enthält. Es mögen das (nach STRASBURGER, 1910, S. 447 für *Melandrium rubrum*) etwa 2500 Körner sein, während bei reichlicher Bestäubung etwa 50 000, bei armer etwa 400 Körner verwendet wurden (1917, S. 700, G. A. 42, 864). Die so erhaltenen Samen hatte ich 1917 leider aus Mangel

an Platz und Zeit nicht ausgesät. 1918 wurde das zum Teil nachgeholt, um einstweilen wenigstens einen weiteren Punkt der Linie festzulegen. Dabei mußte ich freilich eine Fehlerquelle in Kauf nehmen. Sie bestand darin, daß die Samen bei der Aussaat nicht frisch, wie bei den vorigen Versuchen, sondern schon ein Jahr alt waren, und daß bei dem Altern des Saatgutes die Embryonen des einen Geschlechtes möglicherweise früher absterben als die des andern. Dann würde natürlich nach Aussaat im zweiten Jahr ein anderes Geschlechtsverhältnis gefunden werden als bei der Aussaat im ersten Jahr. Die Keimfähigkeit überhaupt ist nach 4 Jahren sehr stark herabgesetzt; Samen von *Melandrium rubrum*, die im September 1913 gesammelt worden waren, keimten im September 1917 nur noch in geringer Prozentzahl. Ein Altersunterschied von einem Jahr könnte also hinsichtlich der Keimfähigkeit schon etwas ausmachen; doch brauchen sich die beiderlei Samen ja nicht wesentlich verschieden zu verhalten. Ich kann zur Zeit die Bedeutung dieser Fehlerquelle nicht beurteilen.

Die Aussaat erfolgte am 9. Februar. Die Sämlinge wurden zunächst in Kisten pikiert, dann ins Freie ausgepflanzt und vom 5. Juni ab alle 14 Tage revidiert, wobei die blühenden Pflanzen jedesmal sorgfältig ausgegraben wurden. Die letzte Untersuchung geschah am 25. September.

Die bisherigen Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9.

♀ Ver- suchs- pflanze	Ver- suchs- num- mer	Zahl der Samen	Ge- sam- zahl	♀	♂	♂ Pro- zent	♀ Ver- suchs- pflanze	Ver- suchs- num- mer	Zahl der Samen	Ge- sam- zahl	♀	♂	♂ Pro- zent
A ♀ 15 d	83	382	105	67	38	36	C ♀ 22 b III	95	111	14	6	8	
	84	377	102	54	48	47		96	92	10	3	7	
	85	375	143	95	48	34		97	85	5	4	1	
	86	373	102	60	42	41		98	87	14	7	7	
	87	373	94	59	35	37		99	79	8	6	2	
	88	373	94	47	47	50		100	69	8	4	4	
	Zus.	2253	640	382	258	40,31		101	66	2	1	1	
$m = \pm 1,94$							102	64	13	7	6		
B ♀ 21 a III	89	261	28	21	7	25	103	62	4	4	0		
	90	257	45	24	21	47	104	52	5	4	1		
	91	253	25	17	8	32	Zus.	767	83	46	37	44,58	
	92	244	36	22	14	39	$m = \pm 5,46$						
	93	244	38	22	16	42	D ♀ 25 b I	105	320	21	12	9	43
	94	241	32	17	15	47		106	302	28	20	8	29
Zus.	1500	204	123	81	39,71	107		293	38	26	12	32	
$m = \pm 3,43$								108	290	20	8	12	60
								109	289	25	16	9	36
							110	279	37	22	15	41	
A bis D zu sammen .	6293	1096	655	441	40,24	Zus.	1773	169	104	65	38,46		
$m = \pm 1,48$						$m = \pm 3,71$							

Die Prozentzahl der Männchen ist für alle vier Versuchspflanzen zusammen 40,24, liegt also, wie zu erwarten war, zwischen den Prozentzahlen für sehr viel Pollen (31,65) und wenig Pollen (43,78). Ebenso verhalten sich die Prozentzahlen der Männchen bei drei von den vier weiblichen Versuchspflanzen. Nur bei einer, 22 b III, hat die Bestäubung mit mäßig viel Pollen mehr Männchen gegeben (44,6 Prozent) als die mit wenig Pollen (37,6 Prozent); doch ist hier die Gesamtzahl so klein (83 Pflanzen), und der mittlere Fehler so groß ($\pm 5,5$ Prozent), daß auf diese Abweichung gar kein Gewicht zu legen ist.

In der folgenden kleinen Tabelle 10 sind nun die Ergebnisse aller drei Versuchsreihen mit den vier Weibchen zusammengestellt. Neben den ab-

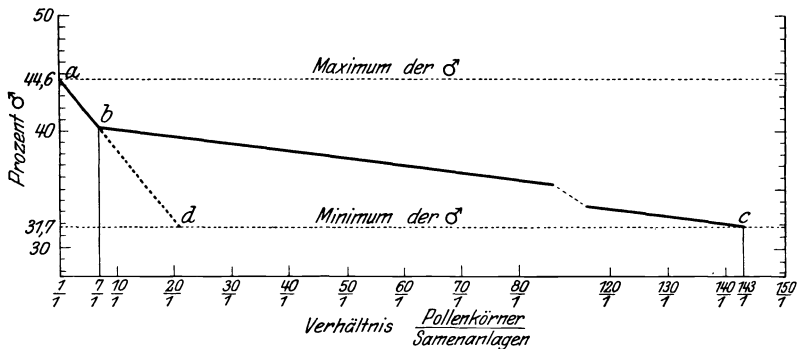


Fig. 1. Graphische Darstellung der Beziehungen zwischen der Stärke der Konkurrenz unter den beiden Pollensorten und dem Geschlechtsverhältnis der Nachkommen. Erklärung im Text.

soluten Zahlen der Pollenkörner, die zu den Bestäubungen verwandt wurden, sind auch die relativen Zahlen aufgenommen. Sie geben an, wieviel Pollenkörner ungefähr auf jede der durchschnittlich 350 Samenanlagen im Fruchtknoten bei jeder Bestäubungsweise kommen, sind also ein direktes Maß der Konkurrenz.

Tabelle 10.

	Bestäubung		Ergebnis	
	Pollenmenge	Pollenkörner auf eine Samenanlage	Weibchen in Prozent	Männchen in Prozent
a	wenig (ca. 400 Körner) . .	1,14	55,41	44,59
b	mäßig viel (ca. 2500 Körner) .	7	59,76	40,24
c	sehr viel (ca. 50000 Körner) .	143	62,35	31,65

Stellt man nach diesen Angaben in der eingangs (S. 932) vorgeschlagenen Weise die Abhängigkeit des Geschlechtsverhältnisses von der Pollenmenge dar, etwa mit den Prozentzahlen für die Männchen — vgl. Fig. 1 —, so er-

hält man keine gerade Linie, sondern eine, die infolge der Lage des Punktes b (für die Bestäubung mit mäßig viel Pollen) stark nach unten eingeknickt ist. Sie sinkt steil von a (44,59 Prozent) nach b (40,24 Prozent) und sehr allmählich von b (40,24 Prozent) nach c (31,65 Prozent). Die Belegung der Narben mit der Pollenmenge einer Anthere hat also weniger Männchen gegeben, als zunächst erwartet werden konnten.

Es erklärt sich das wahrscheinlich so, daß die maximale Wirkung der Konkurrenz unter den Pollenkörnern schon bei einer viel geringeren Pollenmenge eintritt, als bei den Versuchen c (Bestäubung mit „sehr viel“ Pollen) verwendet wurde.

Man wird einstweilen annehmen dürfen, daß die Wirkung der Konkurrenz proportional der Pollenmenge ist, sich bei graphischer Darstellung also als eine Gerade herausstellt. Unter dieser Voraussetzung läßt sich aus den beiden Ergebnissen für die Bestäubung mit wenig und mit mäßig viel Pollen durch Rechnung oder Konstruktion — durch Verlängerung der Strecke a b, bis sie die Linie für das Minimum der Männchen schneidet, und Messen der Entfernung von d bis zu der Ordinatenachse — leicht finden, daß das Maximum der Konkurrenz, 31,65 Prozent Männchen, schon eintritt, wenn, absolut genommen, etwa 7350 Pollenkörner, also etwa drei Antheren, zur Bestäubung verwendet werden, oder, relativ ausgedrückt, wenn je 20 Pollenkörner um jede einzelne Samenanlage im Fruchtknoten konkurrieren können. Bei den Versuchen mit sehr viel Pollen wäre demnach weitaus der größere Teil der Körner, fast $\frac{6}{7}$, ganz überflüssig gewesen.

Weitere Versuche müssen zeigen, ob diese angenommene Proportionalität zwischen Pollenmenge und Konkurrenz wirklich besteht. Daß für die Wirkung der Pollenmenge nicht nur eine untere, sondern auch eine obere Grenze besteht, erscheint ganz verständlich. Kommt es bei der Konkurrenz doch nicht darauf an, wieviel Pollenkörner überhaupt auf die Narben gebracht werden können, sondern darauf, wieviel dort die nötigen Keimungsbedingungen finden. Nach überreicher Bestäubung kann das bei sehr vielen Körnern nicht der Fall sein. Wir dürfen daraus überhaupt die Lehre ziehen, daß es bei solchen Versuchen nicht bloß darauf ankommt, wieviel Pollen auf die Narben gebracht wird, sondern auch, wie es geschieht, ob eine bestimmte Pollenmenge gleichmäßig über eine große Narbenfläche verteilt oder als ein paar Klumpen aufgetragen wird. Je nach der ungleich dichten Verteilung wird die Zahl der Körner, die zum Keimen kommen, recht verschieden ausfallen, und die Konkurrenz größer oder kleiner sein, als sich nach der absoluten Menge der Körner annehmen ließe.

Einen ganz ähnlichen Mittelwert, $41,17 \pm 0,29$ Prozent Männchen statt $40,24 \pm 1,48$ Prozent, geben auch die Versuche 111—170, die im Abschnitt III (S. 937) besprochen werden sollen, und bei denen ebenfalls die Pollenmenge einer einzigen Anthere zur Bestäubung verwendet worden war. Dazu müssen die Ergebnisse der oberen und der unteren Kapselhälften der Tabelle 13 (S. 942) zusammengezogen werden, wie es in Tabelle 11 geschehen ist.

Tabelle 11.

♀ Versuchs- pflanze	Gesamt- zahl	♀	♂	♂ in Prozent	m in Prozent	Differenz der Prozente der ♂ vom Mittelwert 41,17
41 b	631	391	240	38,03	+ 1,93	- 3,14
57 b	333	190	143	42,94	+ 2,71	+ 1,77
62 k	1146	643	503	43,89	+ 1,46	+ 2,72
67 b	800	488	312	39,00	+ 1,72	- 2,17
Zusammen .	2910	1712	1198	41,17	$\pm 0,29$	+ 0,0

Die Resultate sind freilich an anderen Versuchspflanzen gewonnen worden, und wir können sie nicht mit Ergebnissen der Bestäubung mit sehr viel und mit wenig Pollen bei denselben Objekten vergleichen; immerhin scheint mir die Übereinstimmung der verschiedenen Versuchsreihen in der Prozentzahl Männchen beachtenswert.

Bei den früheren Versuchen war mir schon aufgefallen, daß die Samen, auch wenn sie äußerlich ganz tauglich aussahen, nur teilweise gekeimt waren. Von den mit sehr viel Pollen erzeugten hatte ich 55 Prozent, von den mit wenig Pollen erzeugten 57 Prozent Keimlinge erhalten (1917, S. 703, Tabelle 3, G. A. 42, 866). Ich säte deshalb bei dieser und der folgenden Versuchsreihe (Abschnitt III) viel mehr Samen aus, erhielt aber ein noch schlechteres Resultat. So gaben beim Weibchen 15d 2253 Samen nur 51 Prozent Keimlinge, statt 69 Prozent wie früher, und beim Weibchen 25b I 1773 Samen nur 14 Prozent, statt 35—40 Prozent.

Darin kann natürlich ebenfalls eine Fehlerquelle stecken. Die Samen mit männlichen Embryonen konnten schlechter oder besser keimen als die mit weiblichen. Bei den Versuchsreihen des Abschnittes I (mit sehr viel und mit wenig Pollen) konnte das keinen merklichen Einfluß haben, da bei beiden ja, wie Tabelle 3 der früheren Mitteilung zeigt, die Samen annähernd gleich gut (oder gleich schlecht) keimten. Wohl konnte das schlechtere Keimen aber bei der neuen Versuchsreihe, deren Ergebnis mit dem der beiden früheren verglichen werden sollte, eine Wirkung haben.

Da ich noch genug Material hatte, machte ich am 27. Juli eine zweite Aussaat, bei der die Samen erst 24 Stunden eingequellt worden waren und dann auf der Oberfläche der vorher sterilisierten Erde verteilt wurden. Die Töpfe wurden zunächst mit Glasscheiben gedeckt. Erst als die Keimung allgemein eingetreten war, wurde etwas Erde überstreut und die Scheiben abgenommen. So erhielt ich ein viel besseres Resultat: bei dem Weibchen 15d keimten nun von 2076 äußerlich tauglichen und 17 fraglichen Samen 1746, also 84 Prozent, und bei dem Weibchen 25b I von 1890 Samen 1020, also wenigstens 54 Prozent. Offenbar befördert das Licht die Keimung, und waren die Samen früher zu hoch mit Erde bedeckt worden.

Die Ergebnisse dieser zweiten Aussaat, verglichen mit denen der ersten, werden später zeigen, ob die zweierlei Samen, die männlichen und die weiblichen, gleich gut keimten, oder ob unter den gegebenen Bedingungen das eine Geschlecht im Nachteil war.

III. Die Abhängigkeit des Geschlechtes des Samenkorns von der Stellung der Samenanlage in dem Fruchtknoten.

Als sich 1917 der Einfluß der Pollenmenge auf das Geschlechtsverhältnis immer deutlicher in den Versuchsergebnissen zu zeigen begann, habe ich teils noch im selben, teils im folgenden Sommer eine Reihe weiterer Versuche angefangen, die einerseits unsere Kenntnis des Einflusses der Pollenmenge vertiefen, andererseits die Abhängigkeit des Geschlechtsverhältnisses von anderen Eingriffen prüfen sollten. Von den Versuchen der ersten Art hat einer, über die in der Überschrift genannte Frage, bereits ein sicheres Resultat ergeben und soll deshalb hier kurz beschrieben werden.

Für alle Fälle darf ich wohl das Folgende vorausschicken, was auch zum Verständnis späterer, hier noch nicht zu besprechender Versuche dienen kann.

In den Blüten des weiblichen *Melandrium* sitzt ein länglich-eiförmiger Fruchtknoten, der auf seiner Spitze die fadenförmigen Griffel — je nach der Sippe 5, oder oft 6 und mehr, oder weniger als 5 — trägt. Diese Griffel sind, je nach dem Individuum beziehungsweise der Sippe, sehr verschieden ausgebildet, vor allem länger oder kürzer, dicker oder dünner, stumpflich oder spitzig, schwach bogig nach außen gekrümmt bis deutlich schraubenförmig, abgesehen von der Einrollung, die mit dem Altern stets eintritt und verschieden weit geht. An der nach innen gekehrten Flanke trägt jeder Griffel einen Streifen Narbenpapillen, der, an der Einfügungsstelle auf dem Fruchtknoten sehr schmal, sich nach oben zu immer mehr verbreitert und schließlich die ganze Spitze rundum bedeckt.

Schneidet man den Fruchtknoten der Länge nach auf — Fig. 2 —, so sieht man die Samenanlagen, etwa 350 an Zahl, an der kegelförmigen zentralen Plazenta in breiten Streifen sitzen, die der Zahl der Griffel entsprechen, also meist zu fünf vorhanden sind und durch tiefe Furchen getrennt werden. Jeder dieser Streifen besteht eigentlich aus zwei Reihen Samenanlagen, den Rändern der Fruchtblätter entsprechend, die mit der Achse den Fruchtknoten und damit auch die Plazenta aufbauen; durch Verschiebungen werden die Reihen aber größtenteils mehrzeilig. Die tiefen Längsfurchen entsprechen den zarten Scheidewänden, die im befruchtungsreifen Fruchtknoten bis zur halben Höhe gehen (vgl. EICHLER, 1878, S. 113, zur Entwicklungsgeschichte GOEBEL, 1883, S. 322).

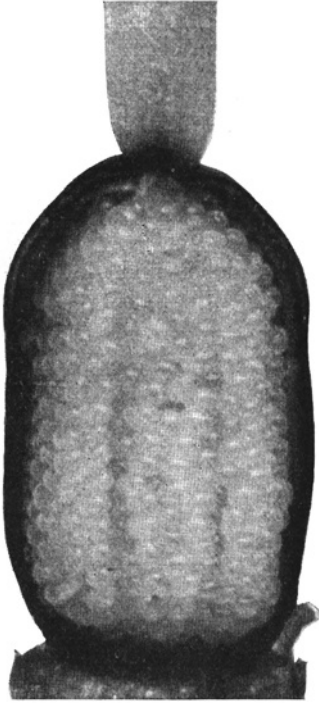


Fig. 2. *Melandrium*. Durch Entfernung der vorderen Hälfte der Fruchtknotenwand (und zweier Griffel) ist die Plazenta mit den Samenanlagen und der Leitstrang, der die Plazenta mit den Griffeln verbindet, freigelegt. Vergr. 12.

Die Spitze des Plazentakegels steht durch einen dicken Strang gestreckter Leitzellen mit dem Dach der Fruchtknotenwand und dort mit dem Leitgewebe der Griffel in Verbindung. Nach unten teilt er sich in zehn Stränge, die paarweise in den schon erwähnten Furchen der Plazenta verlaufen und mit langen, zarten, einzelligen Haaren dicht bedeckt sind. Diese Haare gehen zwischen die kampylotropen, annähernd wagerecht orientierten Samenanlagen hinein, die ihre Mikropylen gegen die Furchen wenden. Durch die Haare wird die Verbindung zwischen Leitstrang und Mikropyle der Samenanlagen hergestellt.

Die Schläuche der Pollenkörner, die auf den Narbenpapillen der Griffel keimen, dringen zunächst zwischen Kutikula und Zellulosewand der Papillen ein¹⁾, wachsen zwischen ihnen abwärts und zwängen sich dann am Grunde der Papillen zwischen diesen ins Innere der Griffel, in dem sie in einem

¹⁾ STRASBURGER (1884, S. 43, 1886, S. 76) gibt an, daß die Pollenschläuche dicht angeschmiegt an den Papillen abwärts wüchsen und zwischen ihnen in den Griffel eindringen (während sie bei *Agrostemma githago* in die Papillen hineinwachsen und später wieder zwischen die Zellen des Leitgewebes eindringen sollen). An allen sicheren Stellen meiner Präparate habe ich mich davon überzeugen können, daß der Pollenschlauch die Kutikula gleich oder sehr bald durchdringt und an ihrer Innenseite hinabwächst. Ihr Widerstand ist wohl an den oft merkwürdigen Wegen schuld, die er zuweilen einschlägt. — Teleologisch erscheint das auch ganz verständlich: Die Kutikula muß doch einmal durchbrochen werden und schützt so den Pollenschlauch.

Leitgewebe nach unten, nach dem Fruchtknoten zu, wachsen. Aus diesem Leitgewebe gehen sie in den schon erwähnten Leitstrang über, der die Insertion der Griffel mit der Spitze der Plazenta verbindet, gelangen aus diesem in die Leitstränge in den Längsfurchen und mit Hilfe der Haare zu der Mikropyle der Samenanlagen, in die sie eindringen, um die Befruchtung auszuführen. Daß dieses Eindringen nicht bloß vom Zufall abhängig sein kann, geht daraus hervor, daß bei annähernd gleicher Zahl von Pollenkörnern und Samenanlagen doch fast jede Samenanlage befruchtet werden kann.

Es ist nun klar, daß bei dieser Einrichtung des Fruchtknotens die Pollenschläuche zuerst zu den obersten Samenanlagen kommen, dann zu den tieferstehenden und zuletzt zu den untersten. Man wird auch annehmen dürfen, daß im allgemeinen jeder Pollenschlauch in die erste Samenanlage, die ihm in den Weg kommt, eindringt. Dann werden die zuerst ankommenden Pollenschläuche die obersten, die zuletzt ankommenden die untersten Samenanlagen befruchten. Wenn nun die Schläuche der weibchenbestimmenden Pollenkörner im Durchschnitt rascher wachsen als die der männchenbestimmenden, so haben die obersten Samenanlagen die meiste Aussicht, von ihnen befruchtet zu werden, und es muß ein Zusammenhang zwischen der Stellung der Samenanlagen im Fruchtknoten, und später der der Samenkörner in der Frucht, und dem Geschlecht der Embryonen in den Samenkörnern bestehen.

Ich begann deshalb im Juli und August 1917 eine Reihe einschlägiger Versuche mit neuen Pflanzen, die aus den Versuchen mit sehr viel und mit wenig Pollen stammten, nämlich vier Weibchen: 41b, 57b, 62k, 67a, und einem Männchen: 37c. Bei jeder Bestäubung wurde der Inhalt einer ganzen Anthere verbraucht. Der Pollen war stets ganz frisch. Von den 10 Staubgefäßen der Blüten des Männchens öffneten am Nachmittag des ersten Blühtages vor der Ausbreitung der Blumenblätter etwa die Hälfte ihre Antheren. Mittags 1 Uhr des darauf folgenden, zweiten Blühtages wurden die übrigen dann noch geschlossenen Antheren in einer Petrischale gesammelt. Um 5 Uhr nachmittags, wenn mit den Bestäubungen begonnen wurde, waren fast ausnahmslos alle aufgesprungen und konnten mit einer nadelscharfen Pinzette erfaßt und im Schlund je einer weiblichen Blüte, etwas über der halben Höhe der Griffel, abgestrichen werden. — Erst nachträglich habe ich gemerkt, daß der Versuch ein noch schärfer ausgesprochenes Ergebnis hätte geben müssen, wenn eine geringere Pollenmenge — soviel als eben zur Befruchtung der meisten Samenanlagen des Fruchtknotens ausgereicht hätte — verwendet worden wäre (S. 943).

Die ersten eben reifen Kapseln habe ich mit scharfem Messer quer durchschnitten. Ich fand aber bald, daß das gar nicht nötig ist, und die Trennung sehr gut ohne Verletzung von Samen ausgeführt werden kann. Sobald sich

die Kapselzähne der reifen Früchte zu spreizen begannen, wurde mit einer nicht zu scharfen Messerspitze durch einen Kreisschnitt die Wand der Kapsel in eine untere und obere Hälfte zerlegt, das obere Stück sorgfältig abgehoben und die so freigelegten Samen der oberen Plazenta-Hälfte getrennt von dem Reste eingesammelt. Wichtig ist, daß die Kapseln zur rechten Zeit, während des Öffnens oder kurz vor demselben, geerntet werden. Bei der zum Aufspringen reifen Kapsel ist nämlich noch kein größerer Zwischenraum zwischen Fruchtknotenwand und Samen vorhanden. Später vertrocknet aber die Plazenta und schrumpft unter Bräunung zusammen. Dadurch entsteht ein Raum zwischen Fruchtknotenwand und Plazenta, in den die oberen Samen herunterfallen können, wenn sie sich durch ebendieses Schrumpfen von den stehenbleibenden Stielen loslösen. Ist das auch nur teilweise geschehen, so ist eine sichere Trennung der beiden Abschnitte natürlich nicht mehr möglich. — Ich fand es am besten, alle Kapseln, die aus den Bestäubungen eines Tages entstanden waren, sofort zu ernten, wenn die erste sich zu öffnen begonnen hatte. Sie sind dann alle reif genug, wenn sich das Aufspringen auch noch verzögern kann.

Im ganzen wurden 30 Kapseln halbiert geerntet. Beim Auszählen der Samen zeigte es sich, daß die oberen Hälften stets weniger Samen gegeben hatten als die unteren, zwischen 29 und 49 Prozent der Gesamtzahl. Der Kreisschnitt war also meist etwas zu hoch geführt worden. Die oberen und unteren Hälften wurden getrennt am 16. Februar 1918 als Versuch 111—170 ausgesät. Dabei wurde der schon erwähnte Fehler (S. 396) gemacht, und die Samen zu stark mit Erde überstreut, so daß recht wenig keimten. Doch ist aus beiderlei Hälften im Verhältnis annähernd gleich viel aufgegangen. Von den ausgesäten 3713 Samen der oberen Abschnitte gaben nämlich 1550 Keimlinge, also 41,75 Prozent, und bis jetzt 1204, also 32,43 Prozent, bestimmbare Pflanzen, von den 5673 der unteren Abschnitte 2106 Keimlinge, also 37,12 Prozent, und 1706, also 30,07 Prozent bestimmbare Pflanzen. Der Fehler hat demnach den Umfang der Versuche beeinträchtigt, den Unterschied in dem Geschlechtsverhältnis zwischen dem oberen und unteren Abschnitt der Kapseln jedoch nicht merklich treffen können. Obwohl die Differenz — 4,63 Prozent bei den Sämlingen und 2,36 Prozent bei den blühenden Pflanzen — klein ist (letztere Differenz hat den mittleren Fehler $\pm 0,98$ Prozent), ist es wahrscheinlicherwise doch kein Zufall, daß die Samen des oberen Abschnittes etwas bevorzugt sind. Denn wenn man die vier Versuchspflanzen einzeln betrachtet, wie es in Tabelle 12 geschieht, haben bei drei die oberen Abschnitte ebenfalls mehr Keimlinge und blühende Sämlinge gegeben als die unteren, nur eine, die letzte, verhielt sich umgekehrt. Die Bevorzugung könnte mit der größeren Zahl Weibchensamen in der oberen Kapselhälfte zusammenhängen.

Tabelle 12.

Obere Hälften						Untere Hälften					
Ver- suchs- pflanze	Zahl der Samen	Keim- linge	in Pro- zent	blühende Pflanzen	in Pro- zent	Ver- suchs- pflanze	Zahl der Samen	Keim- linge	in Pro- zent	blühende Pflanzen	in Pro- zent
41 b	836	369	44	285	34	41 b	1357	508	37	346	26
57 b	364	214	59	130	36	57 b	602	276	46	203	32
62 k	1632	641	39	491	30	62 k	2329	807	35	655	29
67 a	881	326	37,00	298	34	67 a	1385	515	37,18	502	36
Zus.	3713	1550	41,75	1204	32,43	Zus.	5673	2106	37,12	1706	30,07

Die ins Freie ausgepflanzten Sämlinge wurden vom 4. Juni ab alle vierzehn Tage revidiert, zuletzt am 25. September. Dabei wurden die blühenden Pflanzen sorgfältig entfernt. Das Gesamtergebnis war:

Von 1204 Pflanzen, die aus den oberen Kapselabschnitten stammten, waren 792 weiblich und 412, also 34,23 Prozent, männlich.

Von 1706 Pflanzen, die aus den unteren Kapselabschnitten stammten, waren 920 weiblich und 786, also 46,07 Prozent, männlich.

Die Differenz der Prozentzahlen ist 11,84.

Berechnet man die Zahl der Männchen, die auf 100 Weibchen kommen, so sind es für die oberen Kapselhälften 52,0, für die unteren 85,4.

Ziehen wir beide Versuchsreihen zusammen, so erhalten wir 2910 Pflanzen, von denen 1712, also 58,83 Prozent weiblich und 1198, also 41,17 Prozent männlich waren. Legen wir diese Zahlen zugrunde und berechnen den wahrscheinlichen Fehler für die 1204 Pflanzen aus den oberen Abschnitten, so erhalten wir $m = \pm 1,42$ Prozent, während die beobachtete Abweichung ($34,23 - 41,17 =$) $- 6,94$ Prozent beträgt. Für die 1706 Pflanzen der unteren Abschnitte beträgt der mittlere Fehler $\pm 1,19$ Prozent, während die beobachtete Abweichung ($46,07 - 41,17 =$) $+ 4,90$ Prozent ausmacht. Die Abweichung ist also vier- bis fünfmal so groß als der mittlere Fehler des Mittelwertes und darf als völlig gesichert angesehen werden.

Tabelle 13 bringt das Ergebnis der einzelnen Zählungen zusammengefaßt, aber das der einzelnen Kapseln getrennt aufgeführt.

Die Tabelle zeigt, daß auch jede der vier Versuchspflanzen für sich allein genommen aus den oberen Kapselabschnitten mehr Weibchen gegeben hat als aus den unteren: 41 b um 14,97 Prozent, 57 b um 7,35 Prozent, 62 k um 12,65 Prozent und 67 a um 10,28 Prozent mehr. Ja, selbst bei den einzelnen Kapseln ist das fast immer noch deutlich, trotz des relativ sehr kleinen Umfanges der Einzelversuche, die zwischen 15 und 99 Pflanzen (im Mittel 48,5) umfassen. Um das zu zeigen, sind in der letzten Kolonne der Tabelle 12 die

Tabelle 13. Ergebnisse der einzelnen Kapseln.

♀ Versuchs- pflanze und Kapsel	I. Oberer Abschnitt						II. Unterer Abschnitt						Diffe- renz der Prozen- zahlen II—I		
	Ver- suchs- num- mer	Zahl der Sam- men	Prozent der Ge- samt- zahl	Pflan- zen	♀	♂	♂ Pro- zent	Ver- suchs- num- mer	Zahl der Sam- men	Pflan- zen	♀	♂		♂ Pro- zent	
41 b	α	111	128	37	41	30	11	27	112	219	67	31	36	54	+ 27
	β	113	113	47	44	32	12	27	114	125	40	20	20	50	+ 23
	γ	115	85	29	33	22	11	33	116	212	62	32	30	48	+ 15
	δ	117	150	43	36	18	18	50	118	200	24	17	7	29	- 21!
	ε	119	105	37	43	34	9	21	120	177	23	14	9	39	+ 18
	ζ	121	56	46	20	17	3	15	122	66	33	20	13	39	+ 24
	η	123	118	36	41	26	15	37	124	211	64	37	27	42	+ 5
	θ	125	81	35	27	21	6	22	126	147	33	20	13	39	+ 17
	Zus.	836			285	200	85	29,83	Zus.	1357	346	191	155	44,80	+ 14,97
						$m = \pm 2,71$									
57 b	α	127	59	42	24	16	8	33	128	80	35	15	20	57	+ 24
	β	129	52	31	17	12	5	29	130	114	47	25	22	47	+ 18
	γ	131	80	34	26	13	13	50	132	153	36	22	14	39	- 11!
	δ	133	74	35	20	13	7	35	134	140	51	27	24	47	+ 12
	ε	135	99	46	43	26	17	40	136	115	34	21	13	38	- 2!
	Zus.	364			130	80	50	38,46	Zus.	602	203	110	93	45,81	+ 7,35
						$m = \pm 4,27$									
62 k	α	137	189	40	50	36	14	28	138	270	65	35	30	46	+ 18
	β	139	221	49	77	38	39	51	140	234	88	43	45	51	± 0
	γ	141	181	44	35	23	12	34	142	227	47	22	25	53	+ 19
	δ	143	173	41	37	24	13	35	144	248	55	29	26	47	+ 12
	ε	145	228	44	84	50	34	40	146	296	99	44	55	56	+ 16
	ζ	147	159	43	55	41	14	25	148	215	64	39	25	39	+ 14
	η	149	164	37	62	43	19	31	150	280	85	42	43	51	+ 20
	θ	151	124	30	43	27	16	37	152	296	73	43	30	41	+ 4
	ι	153	193	42	48	29	19	40	154	263	79	35	44	56	+ 16
Zus.	1632			491	311	180	36,66	Zus.	2329	655	332	323	49,31	+ 12,65	
						$m = \pm 2,17$									
67 a	α	155	141	49	52	37	15	29	156	148	72	43	29	40	+ 11
	β	157	116	37	38	25	13	34	158	197	96	53	43	45	+ 11
	γ	159	143	48	48	35	13	27	160	157	84	53	31	37	+ 10
	δ	161	129	35	38	24	14	37	162	239	64	36	28	44	+ 7
	ε	163	100	41	41	25	16	39	164	144	50	30	20	40	+ 1
	ζ	165	65	31	15	10	5	33	166	143	38	16	22	58	+ 25
	η	167	82	33	33	22	11	33,3	168	169	34	23	11	32,4	- 0,9!
	θ	169	105	36	33	23	10	30	170	188	64	33	31	48	+ 18
	Zus.	881			298	201	97	32,55	Zus.	1385	502	287	215	42,83	+ 10,28
						$m = \pm 3,71$									
Zusammen	3713			1204	792	412	34,23	Zus.	5673	1706	920	786	46,07	+ 11,84	
						$m = \pm 1,37$									
						$m = \pm 1,21$						$\left\{ \begin{array}{l} m = \\ \pm 1,85 \end{array} \right.$			

Differenzen zwischen den Prozentzahlen an Männchen der unteren und der oberen, aus einer Kapsel gebildeten Abschnitte zusammengestellt. Bei 25 Kapseln sind sie positiv und machen 1 bis 24 Prozent aus, bei einer Kapsel ist die Differenz null und bei 4 negativ (41 b $\delta = -21$ Prozent, 57 b $\gamma = -11$ Prozent, 57 b $\varepsilon = -2$ Prozent, 67 a $\eta = -0,9$ Prozent). Möglicherweise sind die zwei Resultate, die am stärksten abweichen, durch eine Verwechslung der Abschnitte beim Ernten, Auszählen oder Aussäen entstanden.

Der Unterschied im Geschlechtsverhältnis zwischen den Nachkommen aus den oberen und unteren Abschnitten der Fruchtkapseln ist also ganz sichergestellt. Der Versuch ist so ausgefallen, wie es zu erwarten war, wenn die weibchenbestimmenden Pollenkörner ihre Spermakerne wirklich rascher zu den Eizellen in den Samenanlagen bringen. Er bestätigt durchaus diese unsere Annahme.

Natürlich hat auch hier die Zahl, in der die Pollenkörner auf die Narbe gebracht werden, Einfluß auf den Ausfall des Versuches. Wenn nur sehr wenig Körner verwendet werden, wird sich zwar der Einfluß der Stellung der Samenanlagen zunächst noch immer geltend machen, es werden sich aber alle reifen Samen in der oberen Hälfte der Kapsel finden. Schließlich, bei ganz armer Bestäubung, wird, wenigstens theoretisch, der Einfluß der Stellung gleich Null, und man wird erwarten, alle dann noch gebildeten Samen auf annähernd der gleichen Höhe zu finden. Beim anderen Extrem, wenn sehr viel Pollenkörner verwendet werden, werden die Chancen für die Männchenbestimmer überhaupt ungünstiger, und damit steigen die Chancen der Weibchenbestimmer, auch in dem untern Abschnitt des Fruchtknotens Samenanlagen zu befruchten. Am klarsten wird sich der Einfluß der Stellung der Samenanlagen zeigen, wenn so viel Pollenkörner auf die Narben kommen, daß gerade noch jede Samenanlage befruchtet wird. Wir hatten eine größere Menge, etwa das Fünffache, verwendet. Es ist also wahrscheinlich, daß Versuche mit einer geringeren Pollenmenge noch schärfere Resultate geben würden.

Aber auch dann würden zweifellos in den oberen Abschnitten noch viele männliche Körner sein und in den unteren viele weibliche. Schuld daran sind zweierlei Ursachen.

Einmal ist es zwar sicher, daß im großen und ganzen die Chancen der Samenanlagen, befruchtet zu werden, von der Spitze der Plazenta gegen ihre Basis abnehmen. Ob eine Samenanlage befruchtet wird, hängt aber, auch bei voller Tauglichkeit, nicht ausschließlich von ihrer Stellung an der Plazenta ab. Ich habe wiederholt (1917 und 1918) Bestäubungen mit ganz wenig Pollen ausgeführt. Sinkt die Zahl der befruchteten Samenanlagen unter ein gewisses Minimum — etwa 10 —, so tritt wohl eine gewisse, oft

recht weitgehende Entwicklung der Samen und Kapseln ein, dann bleiben sie aber doch stecken und vertrocknen. Es spielt eben auch hier, wie wohl überall, wo ein Fruchtknoten mehrere bis viele Samenanlagen enthält, das Reifungsminimum (1916, S. 19 Anm., G. A. 39, 793) eine Rolle. In solchen Früchten findet man nun die wenigen tauben Samen zwar fast stets nur am oberen Drittel der Plazenta; es werden aber durchaus nicht immer bloß die

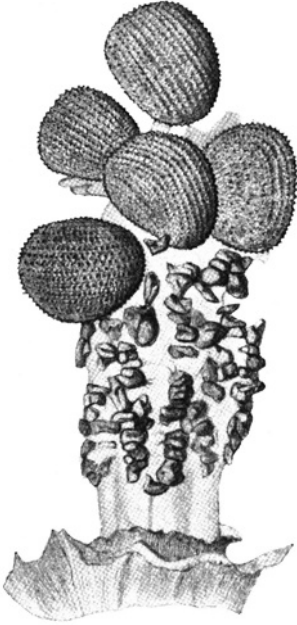


Fig. 3. Plazenta von *Melandrium* mit 5 Samenanlagen, die nach Bestäubung mit Spuren von Pollen entstanden sind.
Vergr. 10.

obersten Samenanlagen befruchtet. Fig. 3 stellt eine solche Plazenta mit den noch frischen, weitentwickelten Samenanlagen dar, die durch Bestäubung mit sehr wenig Pollen entstanden sind. Wie die Schläuche einzelner Pollenkörner werden sich auch bei reichlicherer Bestäubung die ersten Schläuche verhalten, die unten im Fruchtknoten ankommen und von weibchenbestimmenden Pollenkörnern stammen; sie werden auch nicht immer alle obersten Samenanlagen befruchten. Was im einzelnen bestimmt, ob ein Pollenschlauch an der nächsten Samenanlage vorbeiwächst oder in sie eindringt, muß freilich erst durch weitere Untersuchungen ermittelt werden.

Außerdem ist nicht zu vergessen, daß, wie die schon veröffentlichten Untersuchungen gezeigt haben, die Raschheit — in der Keimung oder in dem Wachstum des Schlauches oder in beiden — bei ein und derselben Pollensorte verschieden sein muß, und daß der durchschnittliche Vorteil der Weibchenbestimmer nur gering sein kann gegenüber den Schwankungen in der Raschheit innerhalb jeder der beiden Sorten

Pollenkörner. Der Zufall wird also bei diesen Versuchen, wie bei den Bestäubungen mit verschiedenen Pollenmengen, dafür sorgen, daß in der oberen Hälfte des Fruchtknotens auch männchenbestimmende, in der unteren auch weibchenbestimmende Pollenkörner zur Befruchtung kommen. — Es ist jedenfalls auffällig, wie der Unterschied im Geschlechtsverhältnis zwischen den Nachkommenschaften aus dem oberen und unteren Kapselabschnitt dem zwischen den Nachkommenschaften nach sehr reicher und nach armer Bestäubung gleicht: er beträgt das eine Mal 11,84, das andere Mal 12,13 Prozent.

Erst als ich meine Versuche schon begonnen hatte, ist mir bekannt geworden, daß GIROU DE BUZAREINGUES 1830 und 1832 ebenfalls die reifen Kapseln und Plazenten seiner *Lychnis dioica* quer durchschnitten und die so erhaltenen oberen und unteren Hälften getrennt ausgesät hatte. Er erhielt das erstemal (1831, S. 145) von den oberen Abschnitten 512 Pflanzen, darunter 257 Weibchen und 255, also 49,80 Prozent Männchen, von den unteren Abschnitten dagegen 639 Pflanzen, davon 265 Weibchen und 374, also 58,53 Prozent Männchen.

Die Differenz beträgt 8,73 Prozent. Die oberen Abschnitte hatten demnach, wie bei unseren Versuchen, verhältnismäßig mehr Weibchen, die unteren verhältnismäßig mehr Männchen gegeben. Können wir nach unseren heutigen Methoden dies Ergebnis als gesichert ansehen?

Tabelle 14.

Versuchsreihe	Gesamt- zahl n	Prozent Ω	Prozent σ	σ in Pro- zenten	$\sigma: \sqrt{n} =$ m in Pro- zenten
Obere Abschnitte	512	50,20	49,80	50,00	$\pm 2,21$
Untere Abschnitte	639	41,47	58,53	49,27	$\pm 1,95$

Der mittlere Fehler der Differenz, $\pm \sqrt{2,21^2 + 1,95^2}$ beträgt $\pm 2,95$ Prozent. Sie ist also etwas kleiner (8,73 Prozent) als das Dreifache ihres mittleren Fehlers ($\pm 8,85$ Prozent) und demgemäß nicht ganz sichergestellt.

Bei einem zweiten Versuch, vom Jahre 1832 (1883, S. 408), gaben die oberen Hälften unter 382 Pflanzen 182 Weibchen und 200, also 52,4 Prozent Männchen, die unteren von 346 Pflanzen 160 Weibchen und 186, also 53,8 Prozent Männchen. Wieder hatten die oberen Abschnitte verhältnismäßig mehr Weibchen gegeben als die unteren; die Differenz, 1,4 Prozent, ist aber diesmal so klein, wesentlich geringer als ihr mittlerer Fehler, daß sie ganz unsicher ist. Aus diesem verschiedenen Ausfall der beiden Versuche GIROUS würde man, ohne das sichere Ergebnis unserer neuen Versuche, den Schluß ziehen, daß irgendein anderer, nicht erkannter Einfluß im Spiele gewesen sei.

Meines Wissens sind diese Versuche GIROUS nicht, wie andere des Forschers, nachgeprüft worden, wohl aus dem Grunde, weil ein derartiges Verhalten von vornherein zu unwahrscheinlich galt, und die Nachprüfung anderer Versuche ein negatives Resultat gab. In dieser Hinsicht ist der Fall besonders lehrreich und mahnt zur Vorsicht, unverständlichen Tatsachen gegenüber. Vor dem Nachweis der Heterogametie der Männchen und der Konkurrenz der weibchen- und männchenbestimmenden Pollenkörner mußte ein Einfluß der Stellung der Samenanlagen im Fruchtknoten von vornherein ganz unglaublich erscheinen, während er jetzt als ihre Konsequenz vorauszusagen war.

Die richtige Erklärung gibt GIROU DE BUZAREINGUES nicht und konnte sie natürlich zu seiner Zeit nicht geben. Die erwähnten Versuche bilden nur einen Teil der Bestrebungen GIROUS, nachzuweisen, daß beim Hanf und bei *Melandrium* Oben und Unten an der Pflanze einen Einfluß auf das Geschlecht der dort entstehenden Nachkommen habe. Ihre Ergebnisse genügen unseren kritischen Ansprüchen nicht; speziell sind die Differenzen zwischen den verschiedenen Etagen der Blütenstände von *Melandrium* zu klein, höchstens doppelt so groß als der mittlere Fehler des Mittelwertes¹⁾.

Wie GIROU, unter der Annahme parthenogenetischer Entstehung der Samen, das Verhalten durch die „vie intérieure“ deutet, die gegen die Spitze zunimmt und die Bildung der Weibchen begünstigt, gegenüber der nach oben abnehmenden „vie extérieure“, die der Bildung der Männchen günstig ist, muß im Original (1831 b, S. 175 u. f.) nachgelesen werden²⁾.

IV. Der Einfluß des Alters der Pollenkörner.

Einstweilen soll hier über die Ergebnisse der einschlägigen Versuche nur vorläufig berichtet werden; die Einzelheiten und die Kritik muß ich auf eine spätere Mitteilung verschieben, die hoffentlich nach Abschluß weiterer Versuche erscheinen kann. Der Pollen war 10 bis 20 Tage alt und bis zur Verwendung im Exsikkator über Schwefelsäure oder Chlorkalzium aufgehoben worden.

Mit dem Altern nimmt die Tauglichkeit der Pollenkörner stark ab, daß schließlich nur bei Bestäubung mit sehr großen Pollenmengen noch einige wenige keimfähige Samen erhalten werden. Die Konkurrenz der Weibchen- und Männchenbestimmer ist dann ganz ausgeschaltet, und es wären unter sonst gleichen Bedingungen (bei derselben Resistenz beider Pollensorten) relativ viel Männchen zu erwarten.

Trotzdem zeigte sich bei den Versuchen eine gewisse Begünstigung der Weibchen. Die weibchenbestimmenden Pollenkörner sind also auch beim

¹⁾ Die Angaben für den Hanf hat A. SPRECHER (1913, S. 290) rechnerisch geprüft und als nicht beweisend nachgewiesen. Damit stimmt das Versuchsergebnis NOLLS (1907, S. 7 des S. A.) überein.

²⁾ HEYER (1884, S. 45) spricht davon, daß GIROU versucht habe, das Überwiegen der Weibchen unter den Samen aus der oberen Region der Hanfpflanzen mit dem Fehlen oder dem reichlichen Vorhandensein von Pollen in Zusammenhang zu bringen: „Die größten männlichen Pflanzen blühen ca. 14 Tage oder drei Wochen früher als die weiblichen, so daß nur wenige weibliche Blüten befruchtet werden können, am wenigsten aber die an den Spitzen befindlichen, weil sie sich noch wenig entwickelt haben. Die kleineren männlichen Pflanzen sind in ihrer Entwicklung etwas zurückgeblieben und blühen daher etwas später als die größeren. Die weiblichen Pflanzen sind aber währenddem größer geworden als die kleineren männlichen, so daß von letzteren nur wenig Pollenkörner auf die Spitzen der größeren weiblichen Pflanzen gelangen werden.“ Ich konnte in den im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten GIROUS — auch in 1831 b, die HEYER nicht anführt — nichts davon finden; es widerspricht auch direkt dem, was GIROU an der im Text angeführten Stelle sagt.

Altern im Vorteil und etwas widerstandsfähiger als die männchenbestimmenden. Pollen, der 10 bis 14 Tage alt war, gab unter 1004 Nachkommen 37,65 Prozent Männchen, solcher, der 15 bis 20 Tage alt war, bei viel schlechterem Ansatz unter 752 Nachkommen 40,29 Prozent Männchen. Bei dem Ausschluß der Konkurrenz hätte frischer Pollen 44 bis 45 Prozent Männchen gegeben. Denn Bestäubungsversuche, die zur Kontrolle an denselben Weibchen mit sehr viel frischem Pollen ausgeführt worden waren, gaben unter 1552 Nachkommen 33,30 Prozent Männchen.

Neben den keimfähigen Samen entstehen bei der Bestäubung mit altem Pollen auch taube, je älter er ist, um so mehr, und schließlich mit sehr alten Pollen außer wenigen keimfähigen Samen viel mehr taube in allen Abstufungen, mit Embryonen, die sich mehr oder weniger weit entwickelt haben und dann abgestorben sind. Um ein Beispiel zu geben, kamen bei Versuchspflanze 36b nach Bestäubung mit sehr viel Pollen, der 20 Tage alt war, auf 21 ganz gut aussehende Samen (von denen aber nur 18 keimten) mindestens 700 taube in allerlei Abstufungen, von den kleinsten abgesehen. Es war die Ausbeute von 10 Kapseln. Der alte Pollen kann also vielfach noch die Befruchtung ausführen; die so entstandenen Nachkommen sind aber zu einem mit zunehmendem Alter immer größeren Teil aus inneren Gründen nicht recht lebensfähig.

Unter 1422 Pflanzen, die durch Bestäubung von vier verschiedenen Weibchen mit altem Pollen eines Männchens entstanden waren, befanden sich 28 Zwitter, gleich 1,97 Prozent. Unter 2327 Pflanzen, die bei den gleichen Eltern durch Bestäubung mit sehr viel und ganz frischem Pollen hervorgegangen waren, gab es nur einen Zwitter, gleich 0,043 Prozent. Der alte Pollen hat also die Entstehung von Zwittern außerordentlich begünstigt, was auf einer Valenzänderung der Tendenz der männchenbestimmenden Pollenkörner beruhen dürfte. Wenn bei *Melandrium* die Möglichkeit zur Zwitterbildung in den Versuchspflanzen steckt, kann also ihre Häufigkeit von äußeren Bedingungen abhängen.

Zusammenfassung einiger Ergebnisse.

I. Der Abschluß der Versuche, bei denen *Melandrium*-Weibchen mit sehr viel und mit wenig Pollen bestäubt wurden, gab eine Bestätigung der schon veröffentlichten Ergebnisse: sehr viel Pollen (20 bis 30 Antheren, etwa 50 000 Pollenkörner) ruft die Bildung von mehr Weibchen (31,65 Prozent Männchen) hervor, wenig Pollen (etwa 400 Körner) die von mehr Männchen (43,78 Prozent).

Daß im zweiten Versuchsjahr etwas mehr männliche Sämlinge zur ersten Blüte gelangten als im ersten Jahre, ist wohl ein sekundärer Geschlechtscharakter und beruht auf der etwas rascheren Entwicklung der Weibchen. Wenn dagegen der Unterschied zwischen den zwei Versuchsreihen im zweiten Jahre etwas weniger scharf hervortrat als im ersten, ist das wohl nur Zufall.

Eine neue Versuchsreihe, bei der noch weniger Pollen, nur Spuren, zur Bestäubung verwendet wurden, so daß sich nur etwa $\frac{1}{7}$ bis $\frac{2}{7}$ der Samenanlagen weiterentwickelten, gab das gleiche Ergebnis, relativ viel Männchen, wie die Versuche mit wenig, aber noch so viel Pollen, daß die Konkurrenz unter den rascheren, weibchenbestimmenden und den langsameren, männchenbestimmenden Körnern ausgeschlossen war und doch die meisten Samenanlagen befruchtet wurden.

II. Nach Bestäubung mit einer bestimmten, mäßig großen Pollenmenge (1 Anthere, 2500 Pollenkörnern) wurden mittelviel Männchen, 40,24 Prozent, erhalten. Eine zweite Versuchsreihe gab eine ähnliche Zahl (41,17 Prozent). Aus der Lage dieser Zahl zwischen den Extremen geht wahrscheinlich hervor, daß das Maximum der Konkurrenz schon bei der Pollenmenge von etwa 3 Antheren (ungefähr 7500 Pollenkörnern) erreicht wird.

III. Nach Bestäubung mit mäßig viel Pollen und Halbierung der Fruchtkapseln querüber gibt die obere Hälfte der Kapseln mehr Weibchen (34,23 Prozent Männchen), die untere mehr Männchen (46,07 Prozent). Es besteht also eine Beziehung zwischen der Stellung der Samenanlage und später des Samens und dem Geschlecht des Embryo. Darin liegt eine Bestätigung unserer Annahme, daß die weibchenbestimmenden Pollenkörner ihre generativen Kerne rascher zu den Eizellen bringen als die männchenbestimmenden. Nach dem Bau des Fruchtknotens nehmen die Chancen für die Befruchtung der Samenanlagen von oben nach unten an der Plazenta ab; deshalb werden die durchschnittlich schneller ankommenden Schläuche der Weibchenbestimmer häufiger in die Samenanlagen der oberen Fruchtknotenhälften als in die der unteren eindringen.

IV. Die Angaben über den Einfluß des Alters der Pollenkörner sind selbst nur eine kurze Zusammenfassung der Versuchsergebnisse und sollen hier nicht wiederholt werden.

Literaturverzeichnis.

- C. CORRENS, 1916. Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. Biol. Centralblatt Bd. XXXVI, Nr. 1, S. 12, G. A. 39, 785.
 —, 1917. Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Diese Berichte, Gesamtsitzung vom 13. Dezember, S. 685 u. f., G. A. 42, 849.
 A. W. EICHLER, 1878. Blütendiagramme II. Teil, Leipzig.
 CH. GIROU DE BUZAREINGUES, 1829. Expériences sur la Génération des Plantes. Ann. Sc. Natur. XVI, S. 140.

- CH. GIROU DE BUZAREINGUES, 1831 a. Suites des Expériences sur la Génération des Plantes, *ibid.* XXIV, S. 138.
—, 1831 b. Mémoire sur les Rapports des Sexes dans le regne végétal, *ibid.* XXIV, S. 156.
—, 1833. Expériences sur la Génération des Plantes, *ibid.* XXX, S. 398.
K. GOEBEL, 1883. Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. Handb. d. Botanik III. Band, 1. Hälfte. Breslau.
F. HEYER, 1884. Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechtes bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen. Berichte d. landw. Instit. d. Univ. Halle, V. Heft.
F. NOLL, 1907. Versuche über die Geschlechtsbestimmung bei diözischen Pflanzen. Sitzungsber. d. Niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk.
O. RENNER, 1917. Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. XVIII, Heft 3/4.
A. SPRECHER, 1913. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex Acetosa* L. Ann. Sc. Natur. Botan. 9^e série, XVII. S. 254.
E. STRASBURGER, 1884. Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Jena.
—, 1886. Über fremdartige Bestäubung. Pringsh. Jahrb. Bd. XVII, Heft 1, S. 50.
—, 1900. Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Centralblatt XX, S. 657.
—, 1910. Über geschlechtsbestimmende Ursachen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. XLVIII, S. 427.

45. Die Absterbeordnung der beiden Geschlechter einer getrenntgeschlechtigen Doldenpflanze (*Trinia glauca*).

Biologisches Zentralblatt Bd. 39, Nr. 3, S. 105—122. 1919.

Seit den Untersuchungen STRUYCK's (1740) ist bekannt, daß beim Menschen die Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes im allgemeinen größer ist, als die des weiblichen, so daß der Knabenüberschuß, der bei der Geburt noch besteht, allmählich schwindet und sogar einem Überschuß an Mädchen Platz macht¹⁾. Nur die Zeiträume vom 9. bis 15. und vom 27. bis 35. Lebensjahre machen eine Ausnahme; in ihnen ist, wenigstens in den meisten Ländern, die Sterbenswahrscheinlichkeit des weiblichen Geschlechtes etwas größer als die des männlichen.

Der hier mögliche Maßstab ist wenig geeignet, den Unterschied beider Geschlechter in der Kurve der Überlebenden oder in der Kurve der Sterbenswahrscheinlichkeit zum Ausdruck zu bringen (vgl. dazu CZUBER, II, S. 121)²⁾. In der folgenden Figur 1 ist versuchsweise eine andere Darstellungsweise gewählt, um das wechselnde Verhalten der beiden Geschlechter zu zeigen. Die Sterbenswahrscheinlichkeit des weiblichen Geschlechtes ist gleich 100 gesetzt, und die Sterbenswahrscheinlichkeit des männlichen für die einzelnen Lebensjahre nach der deutschen Sterbetafel (CZUBER, II, S. 444—447) berechnet. Die Differenzen von 100 sind, je nachdem sie positiv oder negativ ausfielen, als Ordinaten über oder unter den Abszissenachse aufgetragen, und die Endpunkte dann verbunden worden.

Die Kurve zeigt sehr schön die zwei Einsattlungen unter die Abszissenachse, hervorgerufen durch die größere Sterblichkeit des weiblichen Geschlechtes zwischen 9 und 15 und 27 und 35 Jahren, mit den Minima bei 14 und 30 Jahren, und die drei Berge mit den Maxima bei 0, 21 und 47 Jahren, be-

¹⁾ Man vergleiche dazu z. B. bei H. WESTERGAARD (1901) das Kapitel über die Anfänge der Mortalitäts- und Morbiditätsstatistik, speziell S. 47 u. f. und das Kapitel: Alter, Geschlecht und Zivilstand, S. 206 u. f. oder E. CZUBER, 1910, Bd. II, S. 121.

²⁾ Die einzige graphische Darstellung, die ich kenne, rührt von LONGSTAFF her und ist bei HAVELOCK ELLIS (1909, S. 511) reproduziert. Er benützte die Bevölkerung Englands und Wales 1870—1880 und zwar die Sterbeziffern auf 1000 Lebende beider Geschlechter. Die Kurve des weiblichen Geschlechtes zeigt nur ein abnehmendes Zurückbleiben hinter der des männlichen Geschlechtes bis zum 2. Lebensjahr und ein zunehmendes Zurückbleiben nach dem 35., und nichts von dem wiederholten Übereinandergreifen der Kurven.

dingt durch die größere Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes, mit auffällig regelmäßigem Ansteigen und Abfallen.

Die Sterbenswahrscheinlichkeit des weiblichen Geschlechtes, die bei dieser Darstellung eine gerade Linie ist und mit der Abszissenachse zusammenfällt, folgt in Wirklichkeit einer Kurve, die zuerst sehr steil, dann allmählich fällt, bei 13 Jahren ihr Minimum hat und dann wieder, erst sehr allmählich, später immer steiler ansteigt.

Vom Verständnis der Kurve der Fig. 1 sind wir wohl noch weit entfernt. Es ist sicher, daß an ihrem Verlauf nur zum Teil die ungleich große äußere Lebensgefährdung der beiden Geschlechter schuld ist, sondern daß es sich auch, und wohl überwiegend, um innere, konstitutionelle Ursachen handelt.

Ich habe mir erlaubt, soweit auf das Verhalten des Menschen einzugehen, weil ich es später mit dem Verhalten unserer Versuchspflanze vergleichen möchte. Andere dazu brauchbare Angaben kenne ich nicht. Bei manchen Tieren (Rädertieren, *Dinophilus* u. s. w.) ist die Lebensdauer der Männchen und Weibchen sehr auffällig verschieden (KORSCHULT, 1917, S. 123

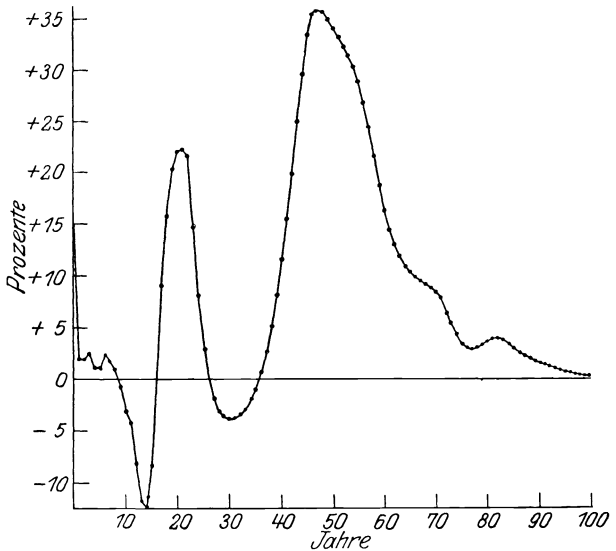


Fig. 1. Kurve der Sterbenswahrscheinlichkeit des männlichen Geschlechtes beim Menschen, die des weiblichen gleich 100 gesetzt. Näheres im Text.

u. f., bes. S. 128). Zweifellos wird sich auch sonst im Tierreich eine ungleiche Sterbenswahrscheinlichkeit der beiden Geschlechter finden; Genauerer darüber ist mir aber nicht bekannt. Auch aus dem Pflanzenreich weiß ich keine eingehenden Untersuchungen anzuführen, sondern nur einige mehr gelegentlich gemachte Beobachtungen. Manche Angabe mag mir freilich unbekannt geblieben sein.

Noch die meiste Literatur liegt für den Hanf vor. FR. HABERLANDT (1877) hält es für sehr wahrscheinlich, daß bei ihm die Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes größer sei, als die des weiblichen, und möchte so das bekannte zahlenmäßige Überwiegen der Hanfweibchen erklären. Er stützt sich dabei auf das Ergebnis folgenden Versuches. Hanfkörner wurden am 30. Mai zwischen feuchte Flanellappen gebracht, und die Keimlinge, so-

bald sich das Würzelchen zeigte, vom 1. bis 4. Juni jeden Tag für sich getrennt in ein Beet ausgelegt. Leider wurde der Versuch abgebrochen, als das 1000ste Korn gekeimt hatte. Da die Arbeit an einer schwer zugänglichen Stelle erschienen ist, darf ich wohl die Tabelle, in der FR. HABERLANDT das Ergebnis zusammengefaßt hat, hier wiedergeben; sie ist um drei Spalten vermehrt, die Berechnungen enthalten, die zur Beurteilung der Sicherheit der Ergebnisse dienen sollen.

Tabelle 1.

Das Auslegen der Hanfkeimlinge erfolgte am	Zahl der ausgelegten Keimlinge	Davon entwickelten sich		Prozentsatz der zugrunde gegangenen Keimlinge	Von den am Leben gebliebenen Keimlingen entwickelten sich zu		Differenz der Prozentzahl vom Mittelwert der ♂	m berechnet für den Mittelwert 49,5 %	3 m
		♂	♀		♂	♀			
1. Juni	595	273	243	13,27 %	52,9	47,1	+ 3,4	± 2,0	± 6,1
2. Juni	320	102	130	27,6 %	43,9	56,1	— 5,6	± 3,3	± 9,9
3. Juni	68	11	18	63,8 %	37,9	62,1	— 11,6	± 9,3	± 27,9
4. Juni	17	1	4	70,5 %	20,0	80,0	— 29,5	± 22,4	± 67,2
zusammen	1000	387	395	21,8 %	49,49	50,51			

Man wird danach den Beweis für die größere Sterblichkeit der Hanfmännchen nicht für sicher erbracht ansehen. Zunächst ist nicht ausgeschlossen, daß die Männchen rascher keimen als die Weibchen. In diesem Fall würde der Versuch bei gleicher, von Tag zu Tag zunehmender Sterblichkeit beider Geschlechter dasselbe Resultat ergeben. Außerdem sind die Zahlen zu klein, wie schon SPRECHER (1913, S. 281 u. f.) auf etwas andere Weise ausgerechnet hat. Zieht man alle vier Tage zusammen, so erhält man 395 Weibchen und 387, also 49,49% Männchen. Legt man diesen Mittelwert zugrunde und berechnet die mittleren Fehler der vier Einzelversuche, so ist, wie die letzten Spalten der Tabelle zeigen, ihr Dreifaches stets größer, etwa doppelt so groß, als die beobachteten Abweichungen vom Mittelwert, die + 3,4 bis — 29,5% betragen. Die Abweichungen sind also ganz unsicher. Nur das gleichmäßige Ansteigen der Prozentzahlen für die Weibchen vom ersten bis vierten Versuch spricht dafür, daß tatsächlich eine Gesetzmäßigkeit zugrunde liegt. Sie kann aber, wie schon bemerkt, ebensogut darin liegen, daß die Hanfmännchen rascher keimen, wie darin, daß sie leichter absterben.

Dasselbe gilt auch für die entsprechende Angabe HEYER's (S. 139 u. f.; vgl. die rechnerische Nachprüfung SPRECHER's, 1913, S. 283). Aber auch hier haben wir vom 1. bis zum 4. Tage der Keimung — der 5. und der 6. Tag umfassen gar zu kleine Zahlen — eine Abnahme der Lebensfähigkeit der Keimlinge von 90 auf 32%, parallel gehend einer Zunahme der Weibchen von 106,4 auf 150%. — Auch eine Versuchsreihe von MUTH (1906, S. 116),

ebenfalls mit viel zu kleinen Zahlen, gab doch wieder um so mehr Weibchen, je schlechter die Früchtchen gekeimt hatten.

Der gleichsinnige Ausfall der Versuche spricht, trotz der im Einzelnen zu kleinen Zahlen, dafür, daß irgendeine Gesetzmäßigkeit zugrunde liegt. Dagegen, daß die männlichen Früchtchen rascher keimen, würden zwei weitere Versuche HEYER's (S. 139) sprechen, freilich wieder nur insofern, als in beiden die Prozentzahl der Weibchen um so mehr sank, je später die Früchtchen keimten; die Zahlen selbst sind zu klein, wenigstens in der einen Versuchsreihe. Etwa 36 Stunden nach der Aussaat waren die kräftigsten und schwächeren Keimlinge und die ungekeimten Körner getrennt worden. FISCH (1887, S. 141) hat aber das umgekehrte Resultat erhalten, freilich an sehr kleinem Material, und die Versuche SPRECHER's (S. 287) fielen im selben Sinn wie jene FISCHS aus, wenn sie auch nicht streng beweisend sind.

Für *Melandrium* gab STRASBURGER (1900, S. 759) an, daß die Männchen im Winter nachweislich stärker leiden als die Weibchen, und erklärte so damals das starke Überwiegen der letzteren in einer Versuchsreihe, während er später (1910, S. 452) eine „Schwächung der männlichen Tendenz der (männchenbestimmenden) Pollenkörner als Ganzes genommen“ dafür verantwortlich machte. Weitere Angaben fehlen, so daß sich gar nicht beurteilen läßt, ob die Zahlen unseren heutigen Anforderungen genügt hätten. Eigene, zu andern Zwecken angestellte Versuche ergaben nichts Sicheres über eine solche Benachteiligung der Männchen.

Eine größere Anzahl von Versuchspflanzen — Bastarde zwischen *Melandrium album* und *rubrum* und die reinen Stammarten —, die einer Reihe von 18 Einzelversuchen angehörten, wurden im ersten und zweiten Jahr (1915 und 1916) in bestimmter Reihenfolge auf ihr Geschlecht untersucht, und im dritten (1917) die bis dahin abgestorbenen aufgenommen. Es waren mehr als die Hälfte, etwa 70%, tot. Die kleine Tabelle 2 gibt das Resultat für die beiden Geschlechter.

Tabelle 2.

	Gesamtzahl	♀	♀ in %	♂	♂ in %	σ	m
insgesamt	3484	2176	62,3	1318	37,7	48,5	$\pm 0,821$
davon tot	2452	1463	59,7	988	40,3	49,0	$\pm 0,990$

Die Differenz beträgt 2,6%, und ihr mittlerer Fehler

$$(\pm \sqrt{0,82^2 + 0,99^2}) \text{ ist } \pm 1,29\%;$$

er ist also genau halb so groß, und die Differenz selbst nicht sicher gestellt.

Eine zweite, viel kleinere Reihe von 10 Versuchen mit Sämlingen des Jahres 1916, ebenfalls nach dem Überwintern 1917 aufgenommen, gab eine noch größere Sterblichkeit:

Tabelle 3.

	Gesamtzahl	♀	♀ in %	♂	♂ in %	σ	m
insgesamt	677	468	69,1	209	30,9	46,2	1,76
davon tot	589	395	67,1	194	32,9	47,0	1,93

Die Differenz ist 2,0%, also ähnlich wie bei der vorigen Versuchsreihe; ihr mittlerer Fehler 2,8%, ist aber größer, wie sie selbst.

Dafür, daß bei *Melandrium* die Männchen den Winter schlechter überstehen als die Weibchen, läßt sich also nur anführen, daß beide Versuchsreihen ein gleichsinniges Ergebnis aufweisen, durch das Verhalten der einzelnen Reihen selbst ist es nicht sichergestellt.

In all diesen Fällen handelt es sich eigentlich nur um das Endergebnis, ob das eine oder andere Geschlecht eine größere Sterblichkeit besitzt, nicht um die Absterbeordnung, die zeigen würde, wie sich das Absterben über die ganze Entwicklungszeit verteilt, und ob es beide Geschlechter stets im gleichen Verhältnis trifft, oder ob die beiden Geschlechter in einem veränderlichen Verhältnis zur Totenliste beitragen.

Bei einjährigen oder überhaupt nur einmal blühenden Gewächsen läßt sich die Sterbenswahrscheinlichkeit eines Geschlechtes überhaupt nicht, wie beim Menschen, während eines fast das ganze Leben umfassenden Zeitabschnittes direkt feststellen, weil sich das Geschlecht erst sehr spät, wenn die Blüten gebildet werden, feststellen läßt — wenigstens einstweilen. Günstiger liegen die Verhältnisse bei ausdauernden Gewächsen, weil der unbestimmbare Abschnitt der Entwicklung gegenüber dem bestimmbar zurücktritt, ihm freilich physiologisch auch nicht gleichwertig ist. Aber auch hier ist die Untersuchung aus technischen Gründen, auf die ich jetzt nicht eingehen will, nicht so einfach, wie sie auf den ersten Blick vielleicht erscheint. Ich habe einige Versuchsreihen begonnen. Hier möchte ich einstweilen nur über das Verhalten der einmal blühenden, zweijährigen¹⁾ Doldenpflanze *Trinia glauca* berichten.

Die Versuche hatten eigentlich den Zweck, das erbliche Verhalten der zwittrigen Individuen zu verfolgen, die bei dieser sonst getrenntgeschlechtigen Art nach den Angaben in der Literatur vorkommen (A. SCHULZ, 1890, S. 90, 189; HENSLow, 1888, S. 227). Dabei stellte sich die merkwürdiger geringere Widerstandsfähigkeit der Männchen kurz vor und während der Blütezeit heraus. Sie soll im folgenden nach der letzten, umfangreichsten Versuchsreihe beschrieben werden²⁾.

¹⁾ BRIQUET (SCHINZ und KELLER, 1900, S. 358) bezeichnet *Trinia glauca* als einjährige Winterpflanze ☺ und als ausdauernd ♀; meine Sippe ist streng zweijährig ☺☺.

²⁾ Das Saatgut verdanke ich der Güte des Herrn Professor GEISENHEYNER in Kreuznach; es stammt von einer wildgewachsenen weiblichen Pflanze. Was ich aus botanischen Gärten des In- und Auslandes als „*Trinia*“ erhalten habe, war, mit Ausnahme einer Probe aus dem botanischen Garten in Bremen, alles Andere, nur keine *Trinia*.

Von der Ernte des Jahres 1916 wurden noch im gleichen Jahre, am 24. August und 5. September, acht Aussaaten als Versuch 5 bis 12 gemacht, jede von einem andern Weibchen. (Durch die frühe Aussaat sollte versucht werden, die Entwicklungszeit der sonst streng zweijährigen Pflanze abzukürzen, was aber nicht gelang; obschon die Keimung schon nach vierzehn Tagen begann, kamen die Sämlinge ausnahmslos erst 1918 zur Blüte, wie es bei der Aussaat im Frühjahr 1917 auch geschehen wäre.) Die Saatschalen wurden den Herbst und Winter über im Kalthaus gehalten, und die Keimlinge von Zeit zu Zeit in Kisten pikiert — im ganzen nahezu 5500 — und weiterhin ebenfalls im Kalthaus gehalten. Viele gingen dabei ein, so daß Anfang Mai 1917 nur noch 3319 ins Freie ausgepflanzt werden konnten, auf Beete von 1 m Breite in Querreihen zu 5 und 4 im Verband, mit Abständen der Reihen von 20 cm, und die Pflanzen einer Reihe ebenfalls 20 cm voneinander entfernt. Solche Reihen gab es 736. Von diesen Sämlingen, die beim Auspflanzen sehr schlecht Ballen gehalten hatten, starben im Laufe eines Jahres noch nahezu tausend ab, so daß ich schließlich bei der ersten Aufnahme am 3. Mai 1918 nur noch 2367 untersuchen konnte.

Ziemlich viel Pflanzen zeigten Zwangsdrehungen und andere Anomalien, waren aber ohne weiteres als männlich oder weiblich zu bestimmen. Männlich und dazu etwas zwittrig waren nur vier (je eine bei Versuch 5 und 7, und zwei bei Versuch 6); sie sind im folgenden unter die Männchen gerechnet.

Die Beete wurden viermal revidiert: am 3. Mai, vom 13. bis 15. Mai, am 28. Mai und am 16. Juni. Bei dieser letzten Revision waren die Pflanzen schon stark ineinander gewachsen. Infolgedessen wurde versehentlich das Verhalten von 17, die bei der vorhergehenden Revision noch ganz oder doch teilweise lebendig gefunden worden waren, nicht bestimmt. Die vierte Aufnahme umfaßt deshalb nur 2350 statt 2367 Pflanzen. 91 waren überhaupt nicht zur Blüte gekommen.

Schon bei der ersten Aufnahme zu Beginn der Blütezeit zeigte sich wieder das Absterben vorwiegend der Männchen, wie ich es 1913 in Münster i. W. und 1915 in Dahlem beobachtet hatte. Es ist im wesentlichen ein Abfaulen, das am Wurzelkopf, zwischen den grundständigen Blättern, beginnt, die rübenförmige Wurzel selbst ergreift und das Vertrocknen des blühenden Haupttriebes und der Seitentriebe zur Folge hat, die zwischen den grundständigen Blättern entspringen. Zuweilen bleibt ein Teil der Seitensprosse am Leben; gewöhnlich kann man aber bald die ganze verwelkende oder schon dürre Pflanze ohne Kraftanwendung vom Boden abheben.

Daß es sich um eine Infektionskrankheit handelt, ist wohl sicher, wenn der Erreger auch noch unbekannt ist. Sie hat mit dem Absterben der männlichen Pflanzen nach Erfüllung ihrer Funktion direkt nichts zu tun. Denn es gingen sehr oft Pflanzen ein, die eben erst mit dem Blühen begonnen

hatten, und solche, deren Geschlecht nur durch Untersuchung der Blütenknospen mit dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung bestimmt werden konnte, und auch bei diesen kamen auf viel Männchen nur einzelne Weibchen. Es kam ferner vor, wenn auch nur selten, daß ein Männchen bei allen vier Revisionen — also vom 3. Mai bis zum 16. Juni — blühend und am Leben gefunden wurde und anfang, von oben her, mit gesundem Wurzelkopf, zu vertrocknen. Häufiger war schon, daß Männchen bei drei Aufnahmen lebend waren.

Es ist auch keine geschlechtsbegrenzte Krankheit, denn es werden ja auch die Weibchen, wenngleich viel seltener, befallen, auch schon vor dem Aufblühen, im Knospenzustand, und bei der Fruchtreife werden sie offenbar sogar stark ergriffen.

In der Tabelle 4 ist das Ergebnis der vier Aufnahmen zusammengestellt. Der Raumersparnis wegen sind außer den Gesamtzahlen nur noch die Prozentzahlen der Abgestorbenen aufgenommen. Es genügt das ja zur Beurteilung der Sicherheit vollkommen. Pflanzen, die erst teilweise welk oder verdorrt waren, sind zu den lebenden gezählt, ganz oder stark welke als abgestorben gerechnet worden.

Tabelle 4.

Versuchs-Nr.	♂	Von 100 ♂ sind tot am				♀	Von 100 ♀ sind tot am			
		3. V. a	14. V. b	28. V. c	16. VI. d		3. V. a	14. V. b	28. V. c	16. VI. d
5	87	3,5	43,7	67,8	98,8	89	0	1,1	3,4	3,4
6	287	2,1	21,9	64,8	94,7	279	0	0,4	0,7	1,8
7	215	1,9	26,5	66,5	94,8	213	0	0,9	0,9	1,4
8	94	1,1	45,7	76,6	91,5	95	2,1	5,3	6,3	9,5
9	153	5,2	39,2	56,2	88,6	157	0,6	3,2	4,5	5,1
10	146	23,3	56,8	74,0	93,8	145	2,1	2,7	5,5	6,9
11	96	14,6	43,8	76,8	97,9	117	0	1,7	2,6	5,1
12	54	9,3	26,9	57,5	98,1	49	0	2,0	6,0	10,6
zusammen	1132	7,42	35,34	66,96	94,04	1144	0,5245	1,749	2,885	4,238

Zunächst interessiert uns das Geschlechtsverhältnis der Pflanzen, die überhaupt zum Blühen kamen. Zwischen der zweiten und dritten Aufnahme blühten nur noch einzelne Pflanzen neu auf; die vierte zeigte keine weitere Zunahme mehr. Wir können also von der dritten Aufnahme ausgehen.

Tabelle 5 bringt das Verhältnis (in Prozenten) für die einzelnen Versuche getrennt und für alle acht zusammen, wie es sich aus den Angaben der Tabelle 4, speziell der Spalte c, ergibt.

Es sind also vor Beginn der Zählungen im ganzen fast genau gleich viel Männchen und Weibchen: 49,74 und 50,26%, vorhanden gewesen. Die Differenz, 0,52%, macht eben die Hälfte des mittleren Fehlers (1,05%)

Tabelle 5.

Versuchs-Nr.	Gesamtzahl	♀	♂	♀ in %	♂ in %	σ in %	m für σ = 50,0 %	Differenz der Prozentzahlen vom Mittelwert 49,74
5	176	89	87	50,57	49,43	50,00	3,77	- 0,31
6	566	279	287	49,29	50,71	49,99	2,10	+ 0,97
7	428	213	215	49,77	50,23	50,00	2,42	+ 0,49
8	189	95	94	50,26	49,74	50,00	3,72	± 0,00
9	310	157	153	50,65	49,35	50,00	2,84	- 0,39
10	291	145	146	49,83	50,17	50,00	2,93	+ 0,43
11	213	117	96	54,93	45,07	49,76	3,43	- 4,67
12	103	49	54	47,57	52,43	49,94	4,93	+ 2,69
zusammen	2276	1144	1132	50,26	49,74	49,999	1,05	

aus. Der geringe Vorteil der Weibchen kann sehr gut rein zufälliger Natur sein. Aber auch die einzelnen acht Nachkommenschaften, aus denen sich die Gesamtzahl zusammensetzt, stimmen ganz auffallend damit und unter sich überein. Nur einmal, bei Versuch 11, ist die Abweichung von dem Mittelwert größer (- 4,67%), als der einmal genommene mittlere Fehler (± 3,43%), sonst ist sie geringer und bleibt fast immer unter seiner Hälfte.

Ich kenne keine andere diözische Blütenpflanze, bei der das Geschlechtsverhältnis (zu Beginn der Blütezeit) so nahe dem „mechanischen“, 1 : 1, kommt, und kein Geschlecht einen deutlichen Vorteil vor dem andern zeigt.

In der Tabelle 6 ist nun zusammengestellt, wieviel weibliche und männliche Pflanzen bei den vier aufeinanderfolgenden Aufnahmen lebend und abgestorben, oder doch absterbend, gefunden wurden.

Tabelle 6.

Von Anfang der Blütezeit	Insgesamt 2276		1142 ♀				1132 ♂			
	lebend	abgestorben	lebend		abgestorben		lebend		abgestorben	
				in %		in %		in %		in %
bis 3. V.	2186	90	1136	99,48	6	0,52	1048	92,58	84	7,42
bis 14. V.	1856	420	1122	97,72	20	2,28	732	64,66	400	35,34
bis 28. V.	1485	791	1109	97,11	33	2,89	374	33,04	758	66,96
bis 16. VI.	1176	1100	1093	95,71	49	4,29	81	7,16	1051	92,84

Bei der letzten Aufnahme waren fast alle Männchen tot (93%), aber nur wenige Weibchen (etwas über 4%).

Noch deutlicher als die Tabelle 6 zeigt Fig. 2 (S. 958) an den Kurven der Überlebenden das ungleiche Verhalten der beiden Geschlechter. Auf der Abszissenachse sind die Tage a, b, c, d abgetragen, an denen die Beete untersucht wurden. Auf ihnen wurden Ordinaten errichtet, deren Länge an-

gibt, wieviel Prozent männlicher und weiblicher Pflanzen zu dem betreffenden Zeitpunkt am Leben gefunden wurden. Dann wurden die Endpunkte verbunden.

Die Kurve der Weibchen bleibt hoch über der der Männchen. Beide Kurven verlaufen ferner fast gerade; die Zahl der Überlebenden sinkt also bei beiden Geschlechtern sehr gleichmäßig. Bei den einzelnen acht Versuchen ist der Verlauf der Kurven unregelmäßiger, was teils an der geringeren Individuenzahl, teils wohl auch daran liegt, daß die Chancen, zu erkranken

und abzusterben, ungleich verteilt waren.

Wie gleichmäßig die Zahl der überlebenden Männchen und Weibchen abnimmt, geht auch aus Tabelle 7 hervor. Sie gibt an, wie sich die beiden Geschlechter auf die Pflanzen verteilen, die bei jeder einzelnen Revision neu abgestorben gefunden worden waren.

Die Männchen machen stets annähernd gleich viel aus, zwischen 93,3 und 96,5%. Die Tabelle enthält auch die mittleren Fehler der einzelnen Aufnahmen, für den Mittelwert 95,5% berechnet; man sieht, die Differenzen zwischen den Ergebnissen der einzelnen Aufnahmen und diesem Mittelwert sind etwa so groß wie ihre

mittleren Fehler. Diese geringen Unterschiede können demnach sehr gut rein zufälliger Natur sein. — Auf ein Weibchen, das abstirbt, kommen also, während der Beobachtungszeit, jedesmal ungefähr 19 zugrunde gehende Männchen.

Wollte man für *Trinia* eine Figur zeichnen, die der als Fig. 1 für den Menschen gegebenen entspräche und die Sterbenswahrscheinlichkeit der

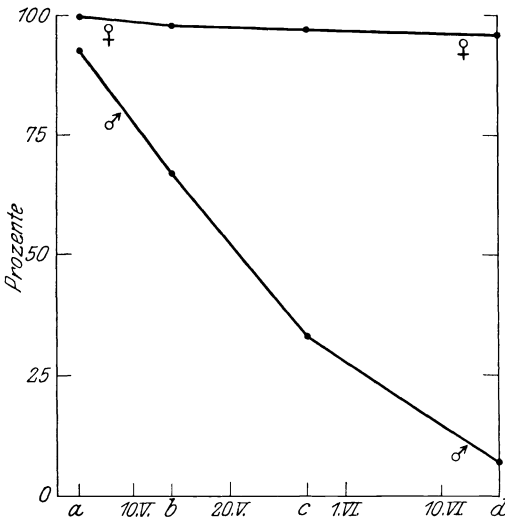


Fig. 2. *Trinia glauca*. Kurve der Überlebenden des männlichen und weiblichen Geschlechtes zwischen dem 3. Mai und 16. Juni.

Tabelle 7.

Aufnahme	Abgestorben	davon			Differenz vom Mittelwert 95,5 %	σ in %	m
		♀	♂	♂ in %			
3. V.	90	6	84	93,3	-2,2	25,00	± 2,19
14. V.	330	14	316	95,8	+0,3	20,07	± 1,14
28. V.	371	13	358	96,5	+1,0	18,38	± 1,08
16. VI.	309	16	293	94,8	-0,7	22,16	± 1,18
zusammen	1100	49	1051	95,5	± 0	20,73	

Männchen darstellte, bezogen auf die gleich 100 gesetzte der Weibchen, so erhielt man eine Linie die gerade und nahezu parallel der Abszissenachse verlief. Es ist das wichtig, weil es nochmals beweist, daß es sich bei der hohen Sterblichkeit der Männchen nicht um das Eingehen handelt, das man bei den Männchen nach Erfüllung ihrer Funktion vor allem im Tierreich so oft beobachtet, aber auch bei einmalf Fruchtenden Gewächsen, wie es unsere *Trinia* ist, erwarten wird. Denn dafür muß charakteristisch sein, daß sich das Zahlenverhältnis der abgestorbenen Männchen zu dem der abgestorbenen Weibchen in jedem der aufeinanderfolgenden Zeitabschnitte immer mehr zuungunsten der Männchen verschiebt, statt, wie es der Fall ist, annähernd konstant zu bleiben. Es liegt eben eine Todesursache vor, die beide Geschlechter trifft, nur daß das männliche viel härter mitgenommen wird.

Die Tabelle 6 und die Kurven der Fig. 2 geben nur das kurze Stück der Absterbeordnung der *Trinia glauca* wieder, das, zwischen dem Anfang Mai und der Mitte Juni liegend, die Blütezeit umfaßt und bei Herbstaussaat etwa $\frac{1}{15}$, bei Frühljahrsaussaat etwa $\frac{1}{11}$ der gesamten Lebenszeit ausmacht.

Das weitere Verhalten ist klar: Die letzten 6% Männchen gehen auch noch zugrunde, und mit dem Reifen der Früchte sterben auch die Weibchen ab. Immerhin sinkt ihre Kurve nicht plötzlich, infolge der deutlich individuell ungleichzeitigen Reife. Genauer wurde das nicht verfolgt, um das sonst unvermeidliche starke Aussamen zu vermeiden.

Nicht so einfach ist der Verlauf der Kurven vor der ersten Aufnahme am 3. Mai anzugeben. Eine direkte Bestimmung für den ganzen Abschnitt ist ausgeschlossen, da das Geschlecht ja noch nicht erkennbar ist. Immerhin hätten sich die Kurven wohl noch ein kleines Stück weit rückwärts mit Hilfe der mikroskopischen Untersuchung der Knospen verfolgen lassen.

Sicher ist zunächst, daß die Kurven vor der ersten Aufnahme noch eine Zeitlang in der gleichen Richtung verlaufen und zusammenstoßen. Denn wir konnten am 3. Mai ja für die lebenden und toten Pflanzen zusammen das Geschlechtsverhältnis 1 : 1 feststellen (S. 956). Es läge nahe, anzunehmen, daß auch schon vorher, vor Beginn der Blütezeit, die Sterblichkeit der Männchen größer gewesen sei, als die der Weibchen, daß sich also die Kurve der Männchen nach links wenigstens eine Zeitlang auch noch über den Schnittpunkt hinaus in derselben ansteigenden Richtung fortsetze. Das würde dann zu der Annahme zwingen, das Geschlechtsverhältnis sei vor der Blütezeit zugunsten der Männchen verschoben. Mit Hilfe der räumlich ungleich verteilten Sterblichkeit läßt sich jedoch zeigen, daß das nicht der Fall ist.

Wir können die Zeit vor der ersten Aufnahme in zwei Abschnitte zerlegen, einen ersten, vom Pikieren der Sämlinge in die Kisten bis zum Auspflanzen

ins Freie, und einen zweiten, vom Auspflanzen bis kurz vor der ersten Aufnahme.

Was zunächst diesen zweiten Abschnitt angeht, so läßt sich sicher zeigen, daß in ihm, als Ganzes genommen, männliche und weibliche Pflanzen gleichmäßig eingegangen sein müssen. Ermöglicht wird das dadurch, daß sich das Absterben nicht gleichmäßig über die einzelnen Versuche und Beete erstreckte, sondern daß hier mehr, dort weniger Pflanzen eingegangen waren. Würde das männliche Geschlecht auch in diesem Abschnitt der Entwicklung eine größere Sterbeziffer besessen haben, als das weibliche, so müßten an den Stellen der Beete, die viel Lücken aufweisen, relativ mehr Weibchen vorhanden sein, als an den noch dicht besetzten Stellen.

Es ist das eigentlich ohne weiteres klar; doch will ich ein fingiertes Zahlenbeispiel geben. Wir nehmen zwei gleichgroße Gruppen, A und B, von zunächst gleich viel Männchen und Weibchen an. Jede mag aus 2000 Individuen bestehen. Die Sterblichkeit der Männchen soll größer sein, als die der Weibchen, so daß auf ein Weibchen immer vier Männchen eingehen; außerdem soll die Sterblichkeit überhaupt aber auch in den beiden Gruppen ungleich sein und in der Gruppe A nur 10%, in der Gruppe B dagegen 50% betragen. Dann sind nach Ablauf der Zeiteinheit in der Gruppe A noch 1800 Individuen am Leben; die 200 abgestorbenen setzen sich aus 40 Weibchen und 160 Männchen zusammen. Es leben also noch $(1000 - 40 =) 960$ Weibchen und $(1000 - 160 =) 840$ Männchen; das direkt bestimmbare Geschlechtsverhältnis ist $960 \text{ ♀} : 840 \text{ ♂}$ oder $53\% \text{ ♀} : 47\% \text{ ♂}$. In der zweiten Gruppe, B, sind nach der gleichen Zeit nur noch 1000 Individuen am Leben; die 1000 abgestorbenen bestehen aus 200 Weibchen und 800 Männchen. Folglich sind noch $(1000 - 200 =) 800$ Weibchen und $(1000 - 800 =) 200$ Männchen vorhanden; das direkt bestimmbare Geschlechtsverhältnis ist $800 \text{ ♀} : 200 \text{ ♂}$ oder $80\% \text{ ♀} : 20\% \text{ ♂}$.

Wie schon erwähnt, waren bei unseren Versuchen die Sämlinge in Reihen zu 5 und 4 im Verband ausgepflanzt worden. Von diesen Reihen wurden nun zunächst immer je 10 aufeinanderfolgende zusammengefaßt. Jede dieser Dekaden hatte beim Auspflanzen 45 Individuen enthalten $(5 \cdot 4 + 5 \cdot 5)$; durch das Absterben waren aber 42 bis 18 Pflanzen daraus geworden. Die verhältnismäßig wenigen Trotzer (etwa 4%) sind nicht mit gezählt. Die letzten sechs Reihen sind weggelassen; die Gesamtzahl, 2259, ist deshalb um 17 kleiner als in Tabelle 5.

Ich habe nun die 73 Dekaden nach der Individuenzahl ansteigend geordnet und sie dann in acht Gruppen zusammengefaßt, von denen die erste die 10 ärmsten Dekaden umfaßt, die folgenden, immer individuenreicheren Gruppen je 9 Dekaden. Auf die einzelnen Versuche ist dabei keine Rücksicht genommen worden, was ja erlaubt ist, da sich, wie wir schon sahen, bei allen dasselbe Geschlechtsverhältnis herausgestellt hatte (S. 957, Tabelle 5).

Tabelle 8.

	Dekaden-Gruppe	Blühende Pflanzen in der Dekade	Ausgepflanzte Sämlinge	Zu Beginn der Blütezeit noch am Leben	in %	♀	♂	♂ in %	Differenz von 49,58	m für den Mittelwert 49,58 in %
Arme Reihen-Dekaden	I	18—23	450	210	46,7	101	109	51,41	+1,83	3,45
	II	23—24	405	211	53,0	105	106	50,24	+0,67	3,44
	III	25—26	405	230	56,8	118	112	48,70	-0,88	3,37
	IV	27—30	405	256	63,2	126	130	50,78	+1,20	3,12
	I—IV	18—30	1665	907	55,99	450	457	50,39	+0,81	1,66
Reiche Reihen-Dekaden	V	31—35	405	298	73,6	146	152	51,01	+1,43	2,90
	VI	35—38	405	328	81,0	177	151	46,04	-3,00	2,76
	VII	38—41	405	351	86,7	173	178	50,71	+1,13	2,67
	VIII	41—42	405	375	92,6	193	182	48,53	-1,05	2,58
	V—VIII	31—42	1620	1352	83,46	689	663	49,04	-0,54	1,36
	zusammen		3285	2259	68,77	1139	1120	49,58	±0	1,11

In Tabelle 8 ist nun das Geschlechtsverhältnis der einzelnen Dekadengruppen zusammengestellt, wie es sich aus den Originalaufnahmen ergibt.

Man sieht, daß es gar keinen merklichen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis der Überlebenden hat, ob von den ausgepflanzten Sämlingen mehr als die Hälfte (I, 53,3%) oder noch nicht ein Zehntel (VIII, 7,4%) zugrunde gegangen sind. Die Abweichungen, die die einzelnen Dekadengruppen von dem Mittelwerte — 49,58% Männchen — zeigen, liegen stets innerhalb der Fehlergrenzen; meist sind sie sogar auffallend gering.

Für den vorangehenden Zeitraum, zwischen dem Pikieren und dem Auspflanzen der Sämlinge, gilt zweifellos das gleiche, wenn man ihn als Ganzes nimmt; auch hier war die Sterblichkeit der beiden Geschlechter annähernd gleich groß. Leider sind durch einen Zufall die genauen Zahlen der Sämlinge, die bei den einzelnen acht Versuchen pikiert wurden, zum Teil verloren gegangen. Es waren aber von allen soweit möglich gleichviel Sämlinge aus den Saatschalen genommen worden, durchschnittlich 700. Wenn nun von Versuch 5 nur 338 und von Versuch 8 nur 352 Individuen ausgepflanzt werden konnten, von Versuch 7 dagegen 600 und von Versuch 6 sogar 663, und das Geschlechtsverhältnis später doch bei allen gleich gefunden wurde, so geht daraus eben hervor, daß auch auf diesem frühen Stadium Männchen und Weibchen den Schädigungen gegenüber gleich resistent waren.

Die Ursachen, die das Absterben der ausgepflanzten Sämlinge vor der Blütezeit bedingten, trafen also die beiden Geschlechter ganz gleichmäßig; die Männchen erwiesen sich ihnen gegenüber nicht empfindlicher als die Weibchen. (Es kann das natürlich nur für den Zeitraum als Ganzes gelten; in seinen einzelnen Abschnitten mag ein verschiedenes Ver-

halten der Geschlechter vorgekommen sein, das sich dann aber gerade gegenseitig kompensiert haben müßte).

Das Verhalten steht im auffallensten Gegensatz zu dem kurz vor und während der Blütezeit. Er könnte entweder darauf beruhen, daß in den beiden Lebensabschnitten die äußeren Ursachen andere sind, oder darauf, daß sich mit dem Eintritt der Blütezeit bei gleichen äußeren Eingriffen die höhere Empfindlichkeit der Männchen erst einstellt, vielleicht im Zusammenhang mit den stofflichen Änderungen, die mit dem Herannahen des natürlichen Absterbens nach Erfüllung der Funktion als Pollenlieferanten verbunden sind.

Jede dieser Annahmen hat etwas für sich; eine Entscheidung kann ich zurzeit nicht treffen. Am wahrscheinlichsten ist, daß die Hauptrolle den

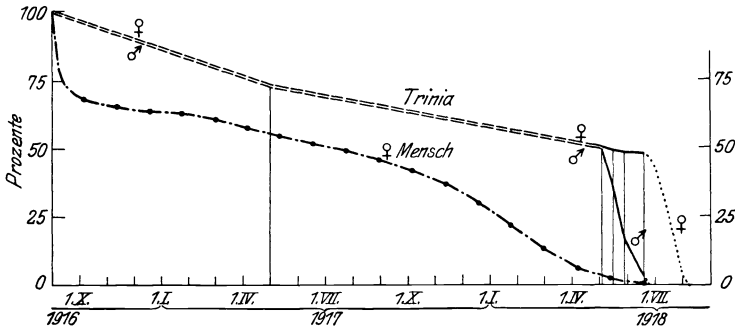
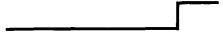


Fig. 3. *Trinia glauca*. Kurve der Überlebenden des männlichen und weiblichen Geschlechtes während des ganzen Lebens. Zum Vergleich ist auch die Absterbeordnung (Kurve der Überlebenden) für das weibliche Geschlecht beim Menschen gegeben; von 5 zu 5 Jahren ist ein Punkt eingetragen. Näheres im Text.

Altersveränderungen zuzuschreiben ist. Nach den wenigen Beobachtungen, die mir für das Absterben der Weibchen vorliegen, hört ja auch bei ihnen mit der Fruchtreife die bisherige starke Resistenz gegen die Erkrankung auf und macht einer mindestens sehr deutlich gesteigerten Empfänglichkeit Platz.

In Fig. 3 sind versuchsweise die Kurven der Überlebenden beiderlei Geschlechts für *Trinia* gezeichnet. Genau bestimmt in ihrem Verlauf sind immer nur die kurzen, voll ausgezogenen Stücke; von den langen Abschnitten vorher sind ja nur je zwei Punkte festgelegt, und der geradlinige Verlauf dazwischen bloß angenommen und deshalb nicht voll ausgezogen. Noch unsicherer sind die nur punktiert angegebenen Enden der Kurven. Zum Vergleich ist die Kurve der Überlebenden für das weibliche Geschlecht beim Menschen eingezeichnet, um ihren ganz abweichenden Verlauf zu zeigen.

Auch die ganze Kurve der Sterbenswahrscheinlichkeit der *Trinia*-Männchen, bezogen auf die gleich 100 gesetzte der Weibchen, unterscheidet sich,

wie die Teilkurve für die Blütezeit, wesentlich von der für das männliche Geschlecht beim Menschen, wie sie in Fig. 1 dargestellt wurde. Für *Trinia* verläuft sie stets annähernd parallel der Abszissenachse, mit der sie sich zunächst ungefähr deckt, und macht nur mit Beginn der Blütezeit einen großen Sprung nach oben, schneidet sie dagegen, so viel wir wissen, nicht oder höchstens ganz am Ende der Entwicklung, sieht also etwa so  aus. Schuld an diesem verschiedenen Verhalten ist gewiß die ungleich hohe Organisation der verglichenen Organismen, und die damit zusammenhängende verschiedene, ungleich starke und ungleich komplizierte Reaktionsfähigkeit.

Meine Ergebnisse gewann ich an Material, das von einem Weibchen stammte. Wie sich andere Populationen, und wie sich vor allem Freilandpflanzen verhalten, muß ich dahingestellt sein lassen. Der Fäulniserreger ist jedenfalls weit verbreitet und nicht auf *Trinia* spezialisiert, da er sich in Münster i. W. und in Dahlem eingestellt hat, an zwei Orten, wo *Trinia* weder wild vorkommt noch kultiviert wurde. Daß er irgendwie mit den Früchten übertragen wird, halte ich für ausgeschlossen. A. SCHULZ gibt an, daß Männchen und Weibchen in ungefähr gleicher Zahl vorkommen, was mit unserem Ergebnis für die Zeit vor Beginn der Blüte stimmt. Die Beobachtungen wurden bei Bozen gemacht; die genauen Zahlen sind, wie mir Herr Kollege SCHULZ freundlichst mitteilte, nicht mehr vorhanden. Möglich, daß die Krankheit und damit das vorzeitige Absterben der Männchen nur an manchen Standorten auftritt. Der Boden ist in Münster und in Dahlem kalkarm, während *Trinia* im Freien Kalkboden entschieden bevorzugt (J. BRIQUET, in SCHINZ und KELLER, 1900, S. 359).

Es sind das Fragen, deren Beantwortung ich anderen überlassen muß, die die Pflanze in größerer Menge im Freien beobachten können.

Zusammenfassung.

Das Geschlechtsverhältnis der zweijährigen, getrenntgeschlechtigen Doldenpflanze *Trinia glauca* ist kurz vor Beginn der Blütezeit fast genau 1 : 1. Vorher ist die Sterblichkeit der Männchen und Weibchen gleichgroß, wie sich mit Hilfe der räumlich ungleichen Verteilung des Absterbens zeigen läßt.

Mit Beginn der Blütezeit gehen nach und nach fast alle Männchen durch Abfaulen am Wurzelkopf ein, meist lange vor dem Abblühen, oft schon im Knospenzustand, während nur einzelne Weibchen ergriffen werden. Auf ein Weibchen, das zugrunde geht, kommen ungefähr 19 absterbende Männchen; dies Verhältnis, 1 ♀ : 19 ♂, bleibt während der ganzen Blütezeit sehr annähernd das gleiche.

Das Eingehen hängt nur insoweit mit der Erfüllung der Funktion der Männchen zusammen, als die damit verbundenen stofflichen Veränderungen eine große Empfänglichkeit gegen die Infektion bedingen, wie sie zur Zeit

der Fruchtreife auch die Weibchen auf einmal, zum mindesten wesentlich gesteigert, zeigen.

Es ist kein Anzeichen vorhanden, daß bei *Trinia* die Sterbenswahrscheinlichkeit beim weiblichen Geschlecht, wie beim Menschen, auf bestimmten Entwicklungsstadien größer ist als beim männlichen.

Eine auffallend größere Sterblichkeit der Männchen läßt sich weder beim Hanf (nach fremden Beobachtungen) noch bei *Melandrium* (nach eigenen) sicher nachweisen. Bei ersterer Pflanze ist vielleicht rascheres Keimen der Männchen an den gemachten Angaben schuld.

4. Dezember 1918.

Literaturverzeichnis.

- CZUBER, E., 1910. Wahrscheinlichkeitsrechnung. II. Bd.
ELLIS, HAVELOCK, 1909. Mann und Weib. Eine Darstellung der sekundären Geschlechtsmerkmale beim Menschen. II. Aufl. Übers. von Dr. HANS KURELLA. Würzburg.
FISCH, C., 1887. Über die Zahlenverhältnisse der Geschlechter beim Hanf. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. V, S. 136.
HENSLOW, G., 1888. The Origin of Floral Structures through Insect and other Agencies. London.
HEYER, F., 1884. Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechtes bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen. Ber. d. landw. Unstit. d. Univ. Halle, V. Heft.
KORSCHULT, E., 1917. Lebensdauer, Atlern und Tod. Jena; auch Beitr. z. Pathol., Anat. u. z. allgem. Pathol., Bd. 63, Heft 2.
MUTH, FR., 1906. Untersuchungen über die Früchte des Hanfes (*Cannabis sativa* L.). Jahresb. d. Ver. d. Vertr. d. angew. Botan. Jahrg. III.
SCHINZ, H. und KELLER, R., 1900. Flora der Schweiz. Zürich.
SCHULZ, A., 1890. Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. II. Biblioth. Botan. Heft 17.
SPRECHER, A., 1913. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex Acetosa* L. Ann. Scienc. Natur. Botan. 9^e série, XVII, S. 254.
STRASBURGER, E., 1900. Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Zentralbl. XX, S. 657.
— 1910. Über geschlechtsbestimmende Ursachen. Jahrb. f. wiss. Bot., XLVIII, S. 428.
WESTERGAARD, H., 1901. Die Lehre von der Mortalität und Morbilität. II. Aufl. Jena.
-

46. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. I.

Capsella Bursa pastoris albovariabilis und chlorina.

Sitzungsberichte d. Preußischen Akademie d. Wissenschaften Bd. 34, S. 585—610. 1919.

Vor 10 Jahren (1909 a, b) habe ich im ersten Band der Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre eine Anzahl „Chlorophyllsippen“ in ihrer Vererbungsweise beschrieben, die *chlorina*-, *albomaculata*-, *variegata*- und *albomarginata*-Sippe. Davon ist die letzte kaum beachtet worden, wohl weil sie in keines der neuen Lehrbücher der Vererbungswissenschaft aufgenommen wurde, obgleich sie als erstes Beispiel mendelnder Weißbuntheit ein gewisses Interesse hätte beanspruchen dürfen. Denn sie beweist, daß Weißbuntheit auch ohne erbungleiche Zellteilung und Zellenmutation und ohne Übertragung ungleichartiger Chloroplasten durch die Keimzellen zustande kommen kann.

Im gleichen Heft veröffentlichte E. BAUR (1909) die ersten Mitteilungen über das anatomische und genetische Verhalten der weißbunten Periklinalchimären bei *Pelargonium zonale*, die ich, um einen kurzen Ausdruck dafür zu haben, im folgenden die *albotunicata*-Sippe nennen will. Kurz vorher hatte er schon (1908) die merkwürdige *aurea*-Sippe des *Antirrhinum majus* beschrieben. Daran haben sich zahlreiche andere Untersuchungen angeschlossen, so von BAUR (*Antirrhinum*, *Aquilegia*, *Melandrium*), EMERSON (Mais), GREGORY (*Primula*), IKENO (*Capsicum*), KIESSLING (*Hordeum*, *Faba*), LODEWIJKS (*Nicotiana*), MILES (Mais), NILSON-EHLE (Getreide), PELLEW (*Campanula*), SHULL (*Melandrium*), STOMPS (*Oenothera*), TROW (*Senecio*), WINGE (*Humulus*), DE VRIES (*Oenothera*), VAN DER WOLK (*Acer*) und anderen. Ich kann an dieser Stelle auf all diese Arbeiten nicht eingehen, werde aber auf sie zurückkommen.

Eine Einteilung der buntblättrigen Sippen nach anatomischen Gesichtspunkten verdanken wir KÜSTER (1916), der auch über das ontogenetische Zustandekommen des Mosaiks Untersuchungen und Überlegungen angestellt hat. Ich selbst habe meine Versuche fortgesetzt und erweitert und will nun über einige berichten.

Eine bunte Sippe ist selbstverständlich erst dann wirklich bekannt, wenn ihr anatomischer Bau und ihre Vererbungsweise bekannt sind. Ich

mußte deshalb stets auch auf den ersten Rücksicht nehmen. Dabei kam ich bald zur Überzeugung, daß die Kenntnis der Anatomie keine sicheren Schlüsse auf die Vererbungsweise zuläßt. Wir werden dafür später überzeugende Beweise kennen lernen.

Jeder in Bau und Vererbungsweise genau umschriebene Typus sollte einen weiterhin nur für ihn verwendeten Namen erhalten, weil er in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen wiederkehren kann. Ein gutes Beispiel sind die eingangs erwähnten *chlorina*-, *variegata*- und *albomaculata*-Sippen, die bei *Mirabilis Jalapa* aufgefunden, von mir und anderen auch bei ganz anderen Arten nachgewiesen worden sind, z. B. alle drei auch bei *Urtica pilulifera* vorkommen.

Die Fülle der unter sich deutlich verschiedenen weißbunten Sippen ist offenbar groß, und nur durch Auseinanderhalten des Unterscheidbaren wird sich allmählich Ordnung hineinbringen lassen. Wenn dann schließlich ein Teil der Typen wieder zusammengezogen werden kann, indem das bloß korrelativ, durch die Anwesenheit anderer Anlagen Bedingte ausgeschieden wird¹⁾, so ist das gewiß sehr erwünscht, bis dahin ist Trennen vorzuziehen.

I. *Capsella Bursa pastoris chlorina* und *albovariabilis*.

A. *Capsella Bursa pastoris chlorina*.

Von der *chlorina*-Sippe fand ich (am 5. Juni 1909) bei Probstdeuben in der Nähe Leipzigs auf Gartenland zwei Pflanzen, eine in Blüte und eine als Rosette. Sie fielen sehr auf; der Gehalt an Rohchlorophyll betrug denn auch, verglichen mit dem normaler Pflanzen desselben Standortes, nur etwa 44 Prozent, bei Extraktion gleicher Gewichtsteile Blätter. 1910 bestand die Nachkommenschaft²⁾ des einen, allein weiterverfolgten Stückes (Versuch 1) aus 23 *chlorina* und 2 typisch grünen Sämlingen, die sicher ihr Dasein ungenügender Isolation verdankten. Denn von einer wurden 1911 (als Versuch 24) die Nachkommen aufgezogen: 5 *typica* und 2 *chlorina*; sie war also ein spaltender Bastard gewesen.

Bei der Weiterzucht brachten die *chlorina*-Pflanzen des Versuches 1 in mehreren Generationen bei genügend vorsichtiger Isolation nur ihresgleichen hervor. Bei manchen Versuchen wurden über 100 Keimlinge ausgezählt.

Die Bestimmungen des Rohchlorophyllgehaltes wurden einige Male wiederholt; ich erhielt dabei auch höhere Werte für die *chlorina*. So fand ich 1910 etwa 70 Prozent, 1917 47,50 und 65 Prozent, 1919 45 und 65 Prozent.

¹⁾ Man kann sich z. B. vorstellen, daß das Fleckenmosaik der *albomaculata*-Sippen der *Mirabilis*, des *Antirrhinum* usw. bei einem Gras als bunte Streifung einer *albovittata*-Sippe vorkommt, infolge des Baues und der Entwicklung der Monokotyle. In einem solchen Fall genügte eigentlich die Bezeichnung *albomaculata* für beides.

²⁾ Die Erde wurde bei diesem und allen folgenden Versuchen für die Aussaat mit Dampf sterilisiert, zum Teil sogar zweimal hintereinander.

Die letzten Beobachtungen sprechen dafür, daß es zwei *chlorina*-Sippen gibt, eine hellere (*euchlorina*) und eine dunklere (*subchlorina*); sie müssen aber noch fortgesetzt werden.

Schon die oben erwähnte Nachkommenschaft des normal grünen Vizi-nisten aus Versuch 1 legt die Annahme nahe, daß das *chlorina*-Merkmal rezessiv ist und einfach abgespalten wird im Verhältnis 3 *typica* : 1 *chlorina*. Das geht auch aus den später (S. 978 u. f.) zu besprechenden Bastardierungsversuchen mit der Sippe *albovariabilis* hervor. Die Abgrenzung der *typica* und *chlorina* ist aber in F_2 nicht leicht, weil der Chlorophyllgehalt stark modifizierbar ist, und die Intensität sich im Laufe der Entwicklung sowieso ändert. Ich habe deshalb angefangen, die Keimlinge zunächst ohne Wahl in gleichen Abständen in Schalen zu pikieren und erst bei Beginn des Blühens auszu-zählen. Solche Versuche (209, 210 S. 981) gaben wohl nur zufällig zuviel *chlorina*.

Auffallend genau die richtige Verhältniszahl erhielt ich bei der Aus-zählung der unreifen Samen von F_1 (Versuch 191, S. 982)¹⁾. Der ganz junge Embryo und ebenso der des reifen Samens ist farblos, dazwischen ist er — auch seine Radicula — erst zu- dann abnehmend grün, schön grün bei der Sippe *typica*, hellgrün bei der Sippe *chlorina*. Auf dem richtigen Entwicklungs-stadium sind die beiderlei Embryonen leicht zu unterscheiden und ebenso die jungen Samen, die, bei schwach grüner Eigenfarbe der übrigen Teile durch die durchscheinenden Embryonen bei *typica* dunkler grün aussehen als bei *chlorina*²⁾. Die Samen eines Schötchens einer Pflanze der F_1 -Gene-ration des Bastardes *typica* + *chlorina* sind dann also ziemlich leicht als *typica*- und *chlorina*-Samen zu trennen und zu zählen³⁾.

Schon 1917 hatte ich unter den *chlorina*-Pflanzen einer Aussaat eine gefunden, an der ein Ast deutlich dunkler grün gescheckt war. Die wenigen Nachkommen zeigten davon aber nichts mehr. (7 stammten von dem bunten Ast, 19 von der übrigen Pflanze.) Dieses Jahr ist wieder in einer sonst reinen *chlorina*-Deszendenz (aber mit *euchlorina* und *subchlorina*) eine überall heller und dunkler grün gescheckte Pflanze aufgetreten, über deren erbliches Verhalten ich später zu berichten hoffe.

¹⁾ Sind zwei Anlagen für die homogene Blattfärbung vorhanden (hat die *chlorina* die Erbformel $CCttH_1H_1H_2H_2$ und die *albovariabilis* die Erbformel $CCTTh_1h_1h_2h_2$) (S. 980), so sind in F_2 auf 45 *typica* 15 *chlorina* und 4 *albovariabilis* (3 auf *typica*- und 1 auf *chlorina*-Grund) zu erwarten, oder 70,31 *typica*: 23,44 *chlorina*: 6,25 *albovariabilis*. Gefunden wurden bei der Aussaat (S. 981) zu viel *chlorina*, 28 und 31 Prozent statt 23,44 Prozent, beim Auszählen der unreifen Samen dagegen an einer sehr viel größeren Menge (Tabelle 7) fast genau die zu erwartende Prozentzahl (23,29).

²⁾ Es kann also hier bei *Capsella* „falsche“ Xenien geben, wie bei *Matthiola* oder *Pisum*.

³⁾ Am sichersten geht man, wenn man die Embryonen herauspräpariert, wobei sie ja nicht ganz intakt zu bleiben brauchen. Übrigens kommen im selben Schötchen merkliche Unterschiede im Reifungsgrade der Samen vor, was die Beurteilung erschweren kann.

B. *Capsella Bursa pastoris albovariabilis*.**I. Das Aussehen der albovariabilis.**

Die weißbunte Pflanze zeigt an allen grünen Teilen ein gröberes oder feineres Mosaik, wobei Weiß oder Grün annähernd gleich stark vertreten sein können, oder das eine oder andere überwiegt. Dann treten auf weißem Grunde grüne Inseln auf, bis herab zu einzelnen normalen grünen Zellen inmitten weißen Gewebes (Fig. 1 *A*); oder es finden sich auf grünem Grunde weiße Inseln bis herab zu einzelnen weißen, rings von Grün umgebenen Zellen (Fig. 1 *B*). Außer der Intensität der Scheckung ist auch ihr Charakter ver-

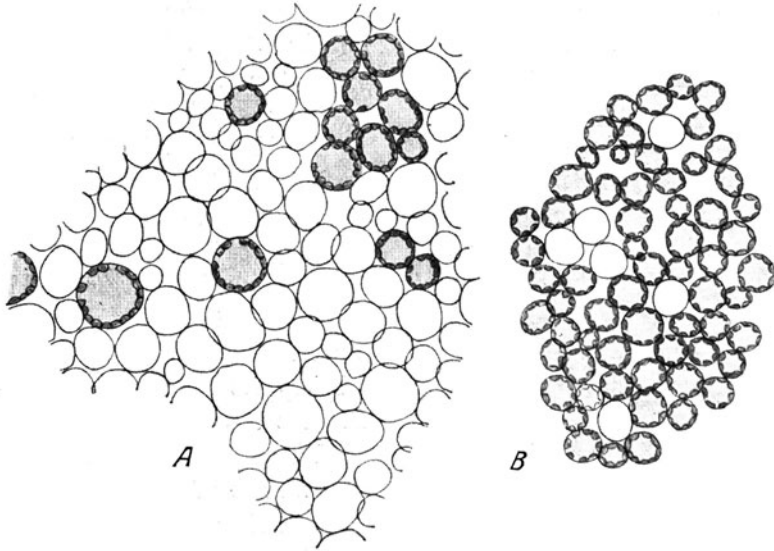


Fig. 1. Palisaden in der Aufsicht, *A* von einem vorwiegend weißen, *B* von einem vorwiegend grünen Blatt. Seibert Obj. 6, Ok. 1. 11. VI. 10. Dr. G. TOBLER gez. — In die grünen Zellen sind die Chloroplasten eingezeichnet.

schieden. Oft ist das Mosaik so fein und gleichmäßig, daß die Blätter schon in einiger Entfernung fast homogen hell- oder blaßgrün aussehen. In anderen Fällen sehen die Blätter dagegen weißrandig aus, ganz ähnlich denen einer Periklinalchimäre und zeigen dann auch den entsprechenden anatomischen Bau, nur daß die „weiße Haut“ nicht ganz rein weiß ist, sondern stets mindestens einzelne grüne Zellen enthält. Dazu gehören dann Schötchen, bei denen sich von der Basis aus keilförmig Flecke grünen Gewebes ausbreiten (Fig. 2 *A*, *B*), während bei dem erstgeschilderten Fleckungstypus die Schötchen dasselbe feine, gleichmäßige Mosaik zeigen wie die Laubblätter (Fig. 2 *C*). Beide Typen können, durch Übergänge verbunden oder sektorweise getrennt, bei derselben Pflanze vorkommen, der eine Ast den einen, der andere den anderen Typus zeigen.

Endlich kommen auch ganz unzweifelhafte Abstufungen im Chlorophyllgehalt der Chloroplasten vor, neben den grünen Zellen auch solche mit blasseren Plastiden. Sehr selten sah ich normale grüne und farblose Chloroplasten in derselben noch lebenden (plasmolysierbaren) Zelle. — Das „Weiß“ ist in der Jugend stets grünlichgelblich und bleicht erst allmählich völlig aus.

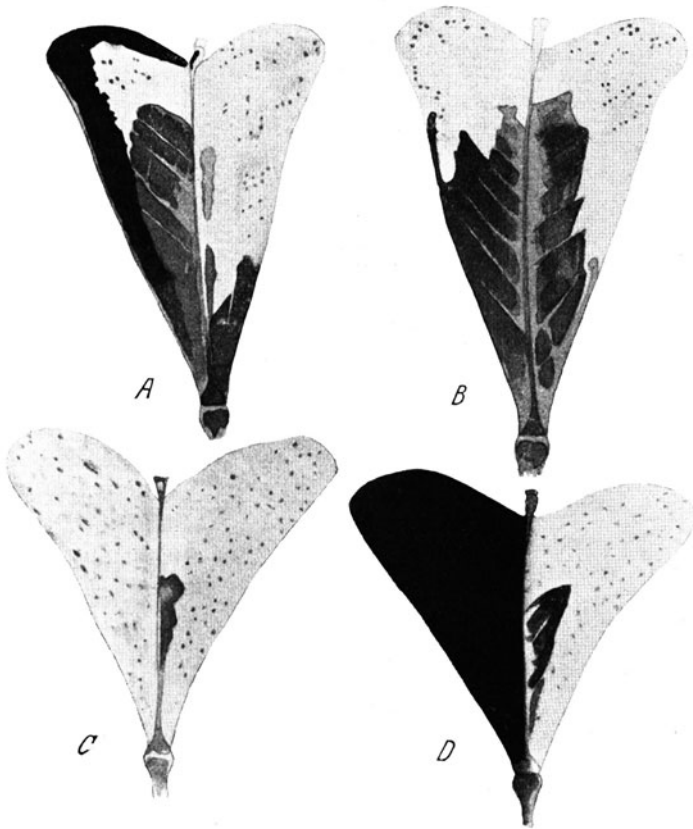


Fig. 2. Schötchen der *f. albovariabilis*. D zur Hälfte rein grün.
Vergr. $\frac{55}{1}$. Dr. O. RÖMER gez.

Sät man die Samen einer isolierten und sich selbst überlassenen, mäßig stark bunten Pflanze aus, so erhält man eine vollständige Übergangsreihe von anscheinend rein weißen Sämlingen, die bald eingehen, bis zu fast oder ganz rein grünen, an denen sich aber doch noch — oft recht spät — Spuren von Weißbunt zeigen können. Die rein weiß aussehenden Sämlinge umgekehrt wiesen stets — in allen genauer untersuchten Fällen — wenigstens einzelne inselartig zerstreute normale grüne Zellen auf, deren photosynthe-

tische Tätigkeit aber offenbar nicht ausreichte, um den Keimling am Leben zu erhalten. Bei längerem Suchen werden sich wohl auch einzelne rein weiße Keimlinge finden lassen.

Je weniger Grün vorhanden ist, desto kleiner bleibt, *ceteris paribus*, der Sämling. Fig. 3, die einen Teil eines Saattopfes mit mehr oder weniger stark bunten Keimlingen darstellt, zeigt das ganz gut¹⁾. Man könnte den



Fig. 3. *F. albovariabilis* im Saattopf. Je grüner die Sämlinge sind, desto größer sind sie. Vergr. $\frac{2}{1}$. E. LAU phot.

halt der *albovariabilis* zu geben, hat Hr. Dr. KAPPERT einige Rohchlorophyllbestimmungen für mich gemacht. Dabei wurden die ganzen Pflanzen, ohne

Durchmesser der Rosette direkt als Maß der Buntheit nehmen, wenn sich die äußeren Bedingungen und die Keimungsgeschwindigkeit ganz gleich machen ließen.

Fig. 4 zeigt einen sehr stark weißen Sämling, der sich eben doch noch anschickt zu blühen, ungefähr in Naturgröße. Seine normalen gleichaltrigen Geschwister (er ist aus dem Bastard *chlorina* + *albovariabilis* herausgemeldet) sind schon verblüht und teilweise abgestorben gewesen, als er photographiert wurde.

Um einen Begriff vom Chlorophyllge-

¹⁾ Bei näherer Betrachtung der Fig. 3 wird bei manchen Kotyledonen auffallen, daß sie rinnig nach oben zusammengefaltet, wie von den Seiten her zusammengebogen sind. Die Ursache ist eine merkwürdige Erkrankung der Embryonen, bei denen das Gewebe der Kotyledonen, zuweilen, wenn auch viel seltener, das der Radicula, teilweise abstirbt. Das tote Gewebe und der Abschluß des lebendigen von ihm rufen bei der Entfaltung die Verbildung hervor. Man kann es den reifen Samen schon äußerlich ansehen, ob sie einen Embryo enthalten, der stark erkrankt war; dem der Radicula anliegenden Kotyledo entspricht dann nicht, wie beim normalen Samen, ein leichter Wulst, sondern

die Wurzeln, möglichst unter den gleichen äußeren Bedingungen erwachsen, als Rosetten oder im Beginn der Streckung untersucht; die grünen Vergleichspflanzen waren also viel jünger als die *albovariabilis*. Setzt man den Chlorophyllgehalt einer kräftigen normalen Rosette mit dem Frischgewicht von 1,32 g gleich 100, so hatte die in Fig. 4 abgebildete *albovariabilis* mit 0,86 g Frischgewicht 20 Prozent, eine ähnliche, 1,30 g schwer, sogar nur 9 Prozent. Zwei Rosetten, die ich mäßig bunt genannt hätte, besaßen bei 0,96 und 0,38 g Gewicht noch 42 und 38 Prozent. Nimmt man dagegen eine besonders helle *typica*-Rosette zum Vergleich, die beim Gewicht von 0,74 g nur 64,7 Prozent des Rohchlorophylls der ersten Vergleichspflanze hatte, so sind die Prozentzahlen der *albovariabilis* 14, 32, 61 und 67.

Die Bestimmungen lehren also, daß eine Pflanze noch mit einem Zehntel der Chlorophyllmenge einer andern am Leben bleiben und, wenn auch sehr langsam, weiter wachsen kann.

Eine ausgesprochene Neigung zur Bildung ungleich stark bunter Sektoren ist die Ursache, daß aus dem Sämling oft eine Pflanze mit sehr verschiedenartigen Ästen entsteht; stark weiße und fast rein oder rein grüne können nebeneinander stehen oder auseinander hervorgehen. Die Trennungslinie zweier Sektoren halbiert oft ganz scharf einen Schötchenstiel und ein Schötchen, dessen eine Hälfte dann ganz oder doch stark grün, dessen andere Hälfte stark oder fast ganz weiß ist (Fig. 2 D).

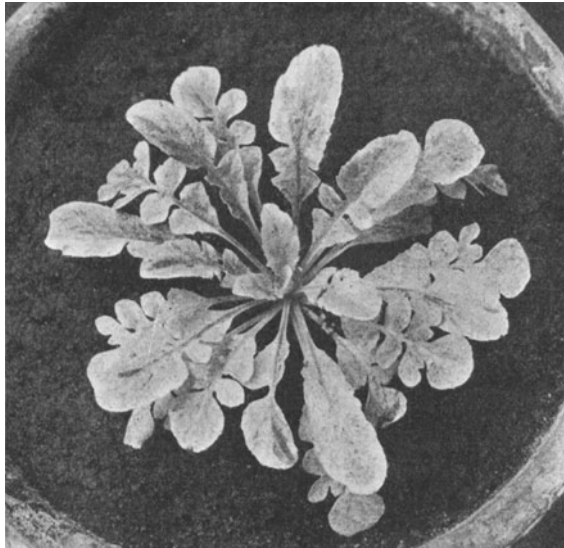


Fig. 4. Sehr stark weißer Sämling, im Begriff zu schossen. Etwas verkleinert. E. LAU phot.

Wie wir schon bei der Besprechung der *chlorina*-Sippe sahen (S. 967), sind die Embryonen der unreifen Samen, und deshalb diese selbst, bei den typischen Sippen relativ dunkelgrün, bei der *chlorina*-Sippe hellgrün. Man eine seichte Furche. Je stärker weiß der Keimling wird, desto häufiger sind die Kotyledonen krank; doch fand ich diese Nekrose nicht auf die Sippe *albovariabilis* beschränkt, sondern gelegentlich, wenn auch nur selten, bei rein grünen Sippen.

würde nun erwarten, die jungen Embryonen und unreifen Samen der *albo-variabilis*-Sippe würden, entsprechend der später daraus hervorgehenden Keimpflanze, mehr oder weniger stark weißbunt sein, wenigstens die herauspräparierten Embryonen. Das ist aber auffallenderweise nicht der Fall. Die Färbung der *albovariabilis*-Samen und Embryonen im unreifen Zustand ist stets homogen und schwankt zwischen grünlich-gelblichem Weiß und dem schönen Grün der *typica*. Bei stark weißbunten Pflanzen oder Ästen finde ich nur blaß oder hellgrün gefärbte Samen und Embryonen; je stärker grün die Pflanze oder der Ast ist, desto häufiger kommen stärker grüne Samen vor; aber selbst noch bei fast völlig grünen Pflanzen sind, außer den an Zahl überwiegenden dunkelgrünen und helleren, einzelne blasse zu finden. Hält man diese Tatsache mit den Ergebnissen der später zu besprechenden Vererbungsversuche zusammen, so kann es demnach kaum einem Zweifel unterliegen, daß nach der Keimung die Pflanze um so stärker weiß wird, je blasser im unreifen Samen der Embryo gewesen war.

Derselbe Kotyledo, der zunächst gelblich weißlich oder höchstens homogen hellgrün war wie ein *chlorina*-Kotyledo gleichen Alters, kann also später, wenn er zum zweitenmal grün wird, mosaikartig weiß und grün werden. Es ist einstweilen ganz unverständlich, warum sich dies Mosaik nicht schon auf dem ersten Stadium zeigen kann, und sich die spätere Weißbuntheit nur durch eine Abschwächung der Intensität bei homogener Färbung verrät. An der Jugend der Zellen im unreifen Embryo kann es nicht liegen, denn der ebenso unreife Embryo der *typica*-Sippen hat schon schön grüne Zellen.

Wir werden bald sehen (S. 983), daß die Buntheit durch ein Gen bedingt wird; dieses Gen muß zwei Wirkungsweisen haben, außer einer, die die Menge des Chlorophylls durch Mosaikbildung aus Weiß und typischem Grün herabsetzt, eine, die sie bei ganz gleichförmiger Verteilung, einfach vermindert.

Nach einer orientierenden Untersuchung nimmt einerseits die Zahl der Zellen in der Kotyledonarspreite bei der Keimung nicht wesentlich zu; die Vergrößerung beruht zumeist auf dem Wachstum schon vorhandener Zellen und der Erweiterung der Interzellularen. Andererseits hält die erste Färbung der Embryonen fast bis zu ihrer definitiven Größe im reifen Samen an. Der Hauptsache nach muß also beim zweiten definitiven Ergrünen das Mosaik dadurch zustande kommen, daß Zellen, die das erste Mal blaß grünlich oder gelblich wie ihre Nachbarn waren, normal grün werden, oder, wenn der *albo-variabilis*-Embryo im unreifen Samen schon deutlich grün war, ein Teil seiner Zellen noch stärker grün wird, ein anderer aber blaß bleibt. Zellteilungen können keine wesentliche Rolle mehr spielen¹⁾.

¹⁾ Auch der Fruchtknoten in der Blüte der *albovariabilis* ist homogen grünlich-gelblich und zeigt noch nichts von den grünen Sprenkeln, die er später erhält, während der der *typica* schön grün ist. Doch habe ich hier nicht verfolgt, ob und wie weit die Zellenzahl zunimmt.

II. Das Verhalten bei Selbstbestäubung.

Die *albovariabilis*-Sippe stammt von einer Pflanze ab, die ich im Juni 1909 als Unkraut auf einem Blumentopf im Botanischen Garten zu Leipzig fand. Sie hatte einen nahezu weißen, immerhin noch fein und schwach grün gesprenkelten Sektor an der Hauptachse, die sonst rein grün war (oder die ich damals wenigstens dafür ansah). In der Infloreszenz waren die auf der Grenze stehenden Schötchen mit ihren Stielen zur Hälfte grün, zur Hälfte fast weiß, unter ihr die Achselsprosse und die sie tragenden Blätter in der entsprechenden Weise gefärbt.

Es wurden die verschieden gefärbten Teile der isolierten, sich selbst überlassenen Pflanze gesondert abgeerntet und im Frühjahr 1910 als Versuch 2 bis 10 ausgesät, mit folgendem Ergebnis:

Grün, Haupttrieb und Seitenast, Versuche 2 und 3: 99 und 73 grüne Keimlinge.

Vier mehr oder weniger stark weiße Schötchen, Versuch 4, 5 und 6: Eines gab 11 weißbunte Keimlinge, zwei weitere 8 weißbunte und eines 7 grüne Sämlinge.

Weiß und grüne Hälften zweier Schötchen, Versuch 7 und 8: Weiße Hälften: 7 grüne Keimlinge; grüne Hälften: 1 weißbunter und 6 grüne.

Zwei mehr oder weniger stark, meist sehr stark weißbunte Äste, Versuch 9 und 10: Der eine gab 28 Keimlinge, alle weißbunt, aber sehr ungleich, der andere 78 weißbunte (35 sehr stark) und 25 grüne.

1911 wurden die Versuche mit der Nachkommenschaft fortgesetzt:

Versuch 25—29. 5 Pflanzen aus Versuch 3, also rein grüne Nachkommen eines grünen Astes der Stammpflanze, gaben nur rein grüne Keimlinge, nämlich 164, 197, 266, 137 und 69, zusammen also 833.

Versuch 35, 37—39, 56 A. 5 Pflanzen aus Versuch 5, grüne Nachkommen eines weißbunten Schötchens, brachten ebenfalls nur grüne Sämlinge hervor, und zwar 150, 50, 199 und 106, zusammen 549.

Versuch 40 und 41. Ebenso verhielten sich zum Teil die grünen Nachkommen eines stark weißbunten Seitenastes. Zwei derartige Pflanzen aus Versuch 9 gaben 51 und 32 rein grüne Keimlinge.

Versuch 36 und 42. Zwei andere, ebenfalls als rein grün angesprochene Nachkommen desselben Astes brachten dagegen auch weißbunte Keimlinge, der eine 32 schwach bis sehr stark bunte neben 206 grünen, der andere 2 mittelstark bunte neben 21 grünen.

Versuch 31, 32, 34 und 43 bis 49. *Albovariabilis*-Pflanzen aus Versuch 4, 9 und 10 verhielten sich unter sich ganz übereinstimmend: Die Nachkommenschaft war fast ausnahmslos wieder weißbunt, und zwar von anscheinend rein weiß bis fast völlig grün. Nur an einzelnen Sämlingen war keine sichere Spur von Weiß zu finden. Ich stelle die Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.

Tabelle 1.
Nachkommenschaft bunter Pflanzen.

Fortsetzung von Versuch	Aussehen der Elternpflanze	Nummer des Versuchs	Keimlinge		
			± stark weißbunt	fast ganz grün	rein grün
4	weißbunt	31	66	—	1 ?
	„	32	69	1	—
	„	34	77	—	—
9	stark grün	43	3	—	2
	„ „	44	2	—	2
10	fast ganz grün	45	65	—	1
	„ „ „	46	180	8	—
	„ „ „	47	145	2	—
	„ „ „	48	45	—	—
	zum Teil stark grün	49	212	1	—

Von etwa 900 (882) Keimlingen waren fast alle (876) mehr oder weniger weißbunt und nur 5 anscheinend rein grün; einer blieb fraglich. Schaltet man die zwei Versuche 43 und 44 aus, bei denen es sich um die Nachkommenschaft stark grüner Pflanzen handelt, so bleibt nur ein grüner Keimling unter 865 weißbunten übrig.

Dies Ergebnis, das durch spätere Versuche bestätigt wurde, steht in auffälligem Gegensatz zu dem der ersten Versuche 4 bis 7 und 9 und 10, in denen aus weißbunten Schötchen der Stammpflanze auch reichlich grüne Keimlinge hervorgingen. Man könnte annehmen, daß die seinerzeit gefundene sektorale Ausgangspflanze die erste ihrer Art gewesen sei und sich deshalb anders als ihre Nachkommen verhalten habe. Es ist aber auch zu berücksichtigen, daß ich damals die Keimlinge zum Teil sehr früh gezählt und ausgezogen hatte, und spätere Beobachtungen lehrten, daß auf rein grüne Kotyledonen und rein grüne erste Laubblätter doch noch bunte folgen können. Von den als grün bezeichneten Sämlingen wären wohl noch manche weißbunt, wenn auch nur mäßig bis schwach, geworden. — Eine der letzten Aussaaten (184) gab als Nachkommen einer stark weißen Pflanze 159 Sämlinge, von denen keiner dauernd grün blieb, wenn das Weißbunt auch bei manchen erst mit dem vierten Laubblatt deutlich bemerkbar wurde. Die meisten waren stark weißbunt bis fast ganz weiß.

Die zahlreichen späteren Versuche teile ich hier nur zum Teil mit.

Zunächst seien einige weitere Angaben über die Nachkommenschaft von Schötchen gemacht, deren eine Hälfte sehr stark weißbunt, deren andere Hälfte aber rein grün oder doch sehr stark grün war (Fig. 2 D).

Diese weiteren Versuche haben also ergeben, daß kein wesentlicher Unterschied in der Nachkommenschaft der verschieden stark bunten Schötchenhälften besteht, wenn diesmal auch fast ausschließlich bunte Keimlinge gefunden wurden. Darin liegt ein sehr wesentlicher Unterschied der *albo-*

variabilis-Sippe gegenüber einer *albomaculata*- oder *variegata*-Sippe, bei der die Nachkommenschaft verschieden gefärbter Teile ganz verschieden ausfällt und sich genau nach der Grenze dieser Teile richtet. Ganz grüne Teile geben hier nur grüne, ganz weiße nur weiße Keimlinge.

Tabelle 2.
Nachkommenschaft halbunterer Schötchen.

Stark weißbunte Hälften						Grüne Hälften					
Ver-such	Ge-samt-zahl	sehr stark weiß	mäßig weiß	Spur weiß	grün	Ver-such	Ge-samt-zahl	sehr stark weiß	mäßig weiß	Spur weiß	grün
95	9	3	3	2	1	96	5	3	—	1	1
102	6	4	2	—	—	103	12	11	1	—	—
114	5	5	—	—	—	115	6	5	1	—	—
118	3	3	—	—	—	119	7	6	1	—	—
120	5	4	1	—	—	121	9	7	2	—	—
125	8	7	1	—	—	126	7	5	2	—	—
127	4	3	1	—	—	128	8	8	—	—	—
130	7	6	1	—	—	129	4	4	—	—	—
Zus. ..	47	35	9	2	1	Zus. ..	58	49	7	1	1
Prozent		74	19	4	2	Prozent		84	12	2	2

Versuche mit Schötchen derselben Pflanze sind durch eine Klammer zusammengefaßt. Die Versuche auf jeder Zeile stammen vom selben Schötchen.

Dagegen ist ein sehr deutlicher Unterschied in der Nachkommenschaft zwischen verschiedenen stark bunten Ästen desselben Individuums, vor allem zwischen stark weißen und fast oder ganz grünen, vorhanden. Dafür bringt Tab. 3 (S. 976) eine Anzahl Belege.

Je grüner ein Ast ist, desto mehr grüne Nachkommen bringt er also hervor; doch gaben auch solche, die ich dem Aussehen nach für homogen grün gehalten hatte, immer noch eine beträchtliche Anzahl weißbunter Nachkommen, und zwar nicht nur schwach weiße, sondern auch mäßig und stark bis sehr stark weiße. Bei den mitgeteilten Versuchen betrug die weißbunten Keimlinge im für sie ungünstigsten Fall (Versuch 101) noch 31 Prozent.

Der Unterschied zwischen den Nachkommen stark und schwach bunter Äste und den Nachkommen fast weißer und grüner Schötchenhälften muß auffallen. Dort ein Einfluß des Aussehens des die Samen bildenden Teiles, hier keiner. Vielleicht spielt ein Übergreifen des Zustandes der einen Hälfte auf die andere eine Rolle. Wie sich bei dem als Fig. 2 D abgebildeten Schötchen das Grün der einen Hälfte an einer Stelle noch ein Stück weit auf die sonst sehr stark weiße andere Hälfte erstreckt, könnte ein solches Übergreifen auch die Plazenten treffen, ohne äußerlich kenntlich zu werden, und ein gleiches Verhalten der beiden äußerlich ungleichen Hälften bedingen.

Tabelle 3.
Nachkommenschaft verschieden stark bunter Äste.
A. Fortsetzung von Versuch 74.

Eltern- pflanze	Aussehen der Äste	Nummer des Versuchs	Aussehen der Keimlinge					
			äußerst stark bis stark- bunt	mäßig bunt	wenig bunt	Spur bunt	rein grün	rein grün in Prozent
74c	stark weiß	100	64	2	2	2	15	18
rot	homogen grün	101	25	4		4	72	69
74d	stark weiß	105	25	1	—	—	—	—
blau	stark grün	104	5	14	10	5	35	51
74d grün	mäßig bunt	193	163	16	7	2	—	—
	„ „	194	39	2	—	—	—	—
	homogen grün	195	20	33		6	51	46

B. Fortsetzung von Versuch 75.

75g rot	sehr schwach bunt	197	120				19	14
	homogen grün	198	59				73	55
	„ „	199	31				44	59

C. Fortsetzung von Versuch 78.

78a rot	sehr stark weiß	146	110	2	—	—	3	2,6
	„ „ „	147	201	7	—	1	—	—
	mäßig grün	148	6	3	1	—	—	—

In der folgenden Tabelle 4 sind Versuche über die Nachkommenschaft fast ganz grüner und ganz grüner Pflanzen mitgeteilt, wie man sie bei der Aussaat der Samen isolierter bunter Individuen erhalten kann.

Je grüner die Mutterpflanze ist, desto mehr stark und ganz grüne Nachkommen bringt sie also hervor, und desto seltener sind stark oder fast ganz weiße. Es ist folglich nicht bloß die relative Zahl der weißbunten Keimlinge, sondern auch ihr durchschnittliches Aussehen vom Grade der Bunttheit der Stammpflanze abhängig. Auffällig ist, wie oft Pflanzen, die für rein grün angesprochen worden waren, noch bunte Nachkommen gegeben haben, wenn auch nur ganz wenige. Eine nachträgliche Kontrolle ist leider wegen der Einjährigkeit nicht möglich; auch fand ich es schwierig, die letzten Spuren des Weißbunt von kleineren helleren Fleckchen und Sippen zu unterscheiden, die leichten Beschädigungen der Blätter ihr Dasein verdanken. Tatsächlich werden aber öfters auch ganz grüne Samenträger noch mehr oder weniger bunte Nachkommen geben müssen, wenn unsere Vorstellung über die Vererbungsweise der *albovariabilis*-Sippe (S. 985 u. f.) zutrifft.

Nach diesen Versuchen, die ich noch ausdehnen werde, hat unzweifelhaft die Selektion unter den verschieden bunten Individuen (wie unter den

Tabelle 4.
Nachkommenschaft verschieden stark bunter Pflanzen.

Eltern- pflanze Nummer	Aussehen	Nummer des Versuchs	Aussehen der Keimlinge								
			äußerst stark bunt	sehr stark bunt	stark bunt	mäßig bunt	wenig bunt	Spur bunt	rein grün	rein grün in Prozent	
56	1 weißbunt, fein, aber stark	65	75			16		5	18	15,8	
			b	2 „ „	66	22			14		9
65	A3 sehr stark weißbunt	74				29	65	39	14	9	—	1	0,6
			A4 „ „	75	96		63	38	16	10	3
65	C4 rein grün	76	6		4	2	1	—	141	91,6	
			C5 „ „	77	11		12	24	12	13	112	60,9
66	A1 sehr stark weißbunt	78	12	92	98	43	23	11	8	2,8	
			A2 „ „	79	21	114	62	22	10	7	3?	1,3?
77	A „ „	139	10	28			2	—	—	—	
77	D1 rein grün	140	—	1	—	—	—	—	19	95,0	
		D2 „ „	141	—	—	—	3	3	1	16	70,0
		D3 „ „	142	—	1	—	—	—	—	1	50,0
		D4 „ „	143	—	—	—	—	—	—	17	100,0
77	E1 „ „	144	—	—	—	—	—	—	36	100,0	
		E2 „ „	145	—	—	—	—	—	8	100,0	
		E3 „ „	200	—		27			—	163	85,8
		E4 „ „	201	38		—	—	—	—	142	78,9
		E5 „ „	202	—	—	10			—	154	93,9
80	A1 schwach bunt	152	—	—	—	1	1	—	2	50,0	
		A2 „ „	153	—	3	3	4	5	4	28	59,6
		A3 „ „	203	—	—	8			—	26	76,5
80	C1 rein grün	154	—	—	—	—	—	1	16	94,0	
		C2 „ „	155	—	—	1	—	1	1	58	95,1
		C3 „ „	204	—	—	—	—	8		232	96,7
		C4 „ „	205	—	—	—	—	—	—	205	100,0
		C5 „ „	206	—	—	—	—	—	1	232	99,6

verschieden bunten Ästen desselben Individuums) Einfluß auf das Verhalten der Nachkommenschaft, und zwar läßt sich offenbar durch sie zweierlei erreichen: 1. ein vorübergehender Erfolg, der nur solange anhält, als die Selektion fortgeführt wird, und 2. ein dauernder, der auch anhält, wenn sie nicht mehr wirkt.

Den vorübergehenden Erfolg sehen wir, wenn wir nach Weiß hin auslesen, den bleibenden, wenn wir nach Grün hin Selektion treiben. — Wählen wir immer die weißesten noch blühenden und fruchtenden Pflanzen als Samenträger aus, so behalten wir eine Nachkommenschaft, die überwiegend stark

bis äußerst stark weißbunt ist, können aber jederzeit von den stärkst grünen Sämlingen aus rascher oder langsamer zu reinem Grün gelangen, das konstant ist und kein Bunt hervorbringt.

Vielleicht hat die Selektion nach Weiß hin nur deshalb keinen dauernden Erfolg, weil die Keimlinge ja nur am Leben bleiben und zum Blühen kommen, wenn noch eine gewisse Menge grüner Zellen vorhanden ist, extrem weiße also nicht zur Weiterzucht verwendet werden können. Es handelt sich bei der Auswahl bald nicht mehr um das Fortschreiten gegen Weiß hin, sondern um die Erhaltung eines gewissen Durchschnittswertes durch Auswahl entsprechender Samenträger.

Zwei solche Selektionsprozesse sind in den nebenstehenden Stammbäumen zusammengestellt; die Einzelversuche sind nur zum Teil schon in den vorangehenden Tabellen aufgeführt worden.

III. Das Verhalten bei der Bastardierung.

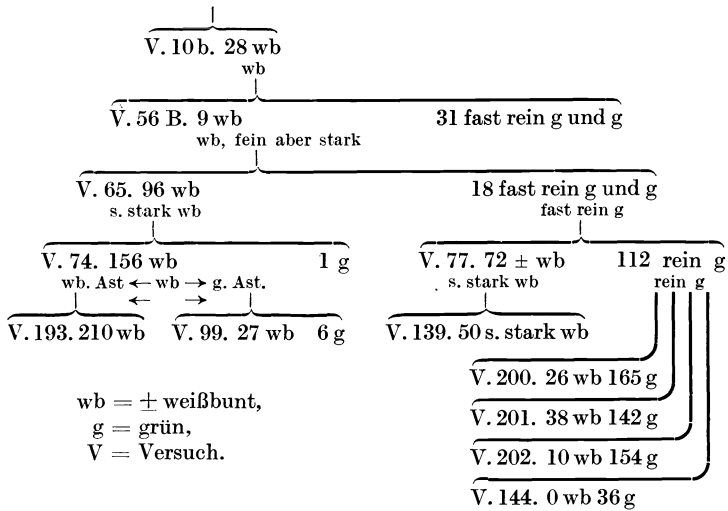
Aus dem bisher Mitgeteilten geht hervor, daß eine gewisse unverkennbare Ähnlichkeit der *albovariabilis*-Sippe mit der *albomaculata*-Sippe, wie sie etwa bei *Mirabilis Jalapa* auftritt, nur äußerlich ist. Abgesehen von der Feinheit des Mosaiks sind bei der *albovariabilis* Sämlinge ganz ohne Zellen mit normalen Chloroplasten, also rein weiße, nicht beobachtet, wengleich der Chlorophyllgehalt so gering sein kann, daß der Sämling sehr bald eingeht; auch rein weiße Äste habe ich nicht gesehen. Andererseits sind, auch unter den Nachkommen mäßig stark bunter Pflanzen, homogen grüne Sämlinge mit einer konstant grünen Nachkommenschaft selten. Bei der *albomaculata* sind dagegen die Sämlinge gewöhnlich entweder ganz weiß oder ganz grün und solche, die wieder bunt sind, kommen relativ selten vor.

Das Verhalten der *albomaculata*-Sippe führte zu der Vorstellung, daß das Mosaik von Weiß und Grün der vegetativen Teile auch die von ihnen gebildeten Keimzellen trifft, daß diese, kurz gesagt, für gewöhnlich entweder „weiß“ oder „grün“ sind. Ein selbstbefruchteter weißer Ast gibt nur weiße, ein selbstbefruchteter grüner nur grüne, ein bunter weiße, grüne und etliche bunte Keimlinge. Diese Vorstellung läßt sich auf die *albovariabilis* nicht übertragen, weil die Nachkommenschaft gewöhnlich wieder bunt, selten grün, vielleicht nie rein weiß ist.

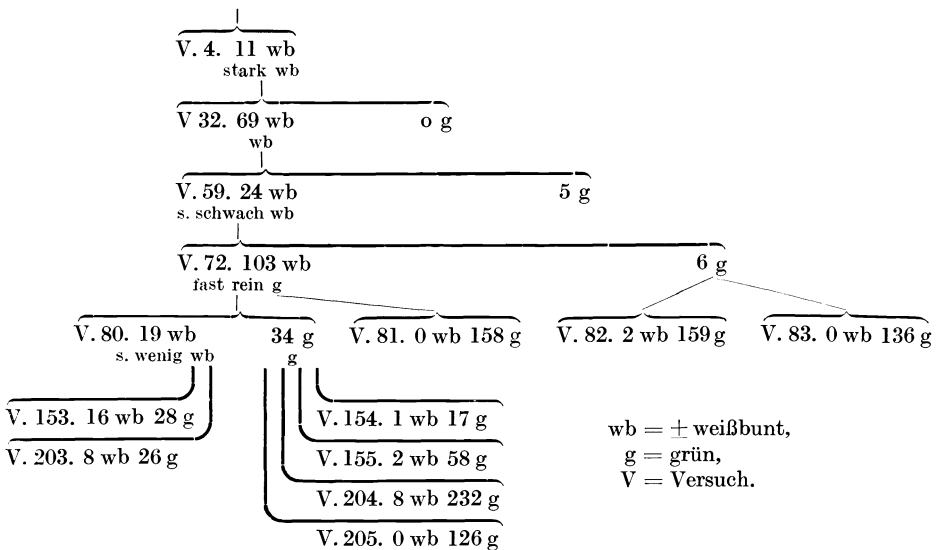
Der wichtigste Unterschied liegt aber darin, daß die *albovariabilis*-Eigenschaft, wie wir gleich sehen werden, durch einen besonderen, mendelnden Faktor bedingt wird und nicht nur durch das Plasma der Eizelle weitergegeben wird, wie die *albomaculata*-Eigenschaft.

Für Bastardierungsversuche mit der *albovariabilis* empfiehlt sich die *chlorina*-Sippe, weil hierbei das Gelingen des Versuchs stets nachzuweisen

I. Weißbunter Ast der Stammpflanze.



II. Weißbuntes Schötchen der Stammpflanze.



ist, sowohl wenn die *albovariabilis* den Pollen, als wenn sie die Eizellen liefert. Diese Vorsicht ist nicht überflüssig, denn ich erhielt, besonders bei den ersten Versuchen, neben den Bastarden hier und da einzelne, der Mutterpflanze entsprechende Nachkommen, die auf Fehler bei der Kastration zurückzuführen waren. Nach größerer Erfahrung und Übung gelang die reine Kastration dann fast immer.

Ich führe einige einschlägige Versuche an.

A. *C. B. p. chlorina* bestäubt mit *albovariabilis*.

Versuch	18 gab	20 <i>typica</i>	und 9 <i>chlorina</i> ,
„	21	20	„ „ 0 „
„	23	12	„ „ 0 „
„	85	3	„ „ 1 „
„	87	6	„ „ 1 „
„	89	10	„ „ 0 „
„	91	2	„ „ 0 „
„	191	46	„ „ 0 „

B. *C. B. p. albovariabilis* bestäubt mit *chlorina*.

Versuch 19 gab 9 *typica* und 1 *albovariabilis*.

Die Bastarde zwischen *albovariabilis* und *chlorina* sind also stets homogen und typisch (dunkel)grün. Die einen Versuche (A) zeigen, daß die Eizellen die Weißbuntheit nicht direkt übertragen, wie die *albomaculata*- und die *albotunicata*-Eigenschaft, und der andere Versuch (B), daß auch der Pollen sie nicht direkt überträgt, wie es nach BAUR bei der *albotunicata*-Eigenschaft der Fall ist. Sie könnte aber nach dem Versuchsergebnis auch ganz verschwinden.

Auf den ersten Blick überrascht es vielleicht, daß die Verbindung *chlorina* + *albovariabilis* in der ersten Generation *typica* gibt und nicht eine auf *chlorina*-Grund dunkelgrün gescheckte Sippe, eine *chlorinovariabilis*. Das Verhalten läßt sich aber ohne weiteres so deuten, daß *chlorina* mit der Erbformel $CC\ tt\ HH$ (wobei C den Faktor für *chlorina*-Grün, t das Fehlen des Steigerungsfaktors von diesem *chlorina*-Grün bis zu *typica*-Grün und H einen Faktor für homogene Färbung bedeutet) hinsichtlich der Grundfarbe rezessiv, hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Färbung dominant ist, während *albovariabilis* mit der Erbformel $CC\ TT\ hh$ mit dem Steigerungsfaktor T dominiert, der die *chlorina* zu *typica* macht. Der Bastard mit der Erbformel $CC\ Tt\ Hh$ muß dann homogene *typica* sein. Nur darf man nicht vergessen, daß das eine rein formale Erklärung ist, und daß weder die *chlorina* als phylogenetische Vorstufe der *typica*, noch die bunte Sippe als solche Vorstufe der homogen gefärbten aufgefaßt werden dürfen, wie es die Presence- und Absencetheorie aus ihrem Rezessivsein schließen muß. Für *chlorina* verweise ich auf die oben (S. 967) mitgeteilten Beobachtungen über das Auftreten dunkler grüner Scheckung in einer reinen Deszendenz und auf frühere Darlegungen gelegentlich eines ähnlichen Falles bei *Mirabilis Jalapa chlorina* (1918, S. 242). Für die Scheckung ist ohne weiteres klar, daß sie, trotzdem sie rezessiv ist, erst phylogenetisch später aus dem homogenen Grün durch das Auftreten eines neuen Faktors oder die Veränderung eines vorhandenen entstanden ist.

In der zweiten Generation der sich selbst überlassenen Bastarde treten nun neben *chlorina*-Sämlingen stets eine Anzahl Individuen der Sippe *albovariabilis* auf. Es wären zwei Typen zu erwarten gewesen, einer, der auf normal grünem Grunde weißbunt ist, und einer, der es auf *chlorina*-Grunde ist. Diesen letzteren Typus habe ich noch nicht mit Sicherheit gefunden. Tabelle 5 gibt die Resultate der zwei größten Versuche wieder; *chlorina* und *typica* sind nicht auseinandergelassen.

Tabelle 5.
F 2 des Bastardes *chlorina* ♀ + *albovariabilis* ♂, Aussaat.

Nummer des Versuchs	Gesamtzahl der Keimlinge	<i>typica</i> und <i>chlorina</i>	<i>albovariabilis</i>	a. v. in Prozent
157	147	112	35	24
158	140	112	28	20

Die Ergebnisse zweier Versuche, bei denen eine andere *chlorina* verwendet worden war, sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.
F 2 des Bastardes *chlorina* ♀ + *albovariabilis* ♂, Aussaat.

Nummer des Versuchs	Gesamtzahl der Keimlinge	<i>typica</i> und <i>chlorina</i>	<i>albovariabilis</i>	a. v. in Prozent
209	75	70	5	6,7
210	139	130	9	6,5
Zusammen ..	214	200	14	6,54

Um die *typica* und *chlorina* sicher trennen zu können (S. 967), ließ ich aus jeder Versuchsnummer 54 Sämlinge ohne Wahl pikieren. Bei Versuch 209 fand ich dann 37 *typica* und 17 *chlorina*, also 31 Prozent, bei Versuche 210 38 *typica* und 15 *chlorina*, also 28 Prozent, statt 25 Prozent (ein Sämling war eingegangen). (Vgl. S. 967, Anm.)

Wie wir schon sahen (S. 967 und 971) lassen sich die unreifen Samen der drei Sippen *typica*, *chlorina* und *albovariabilis* an der Farbe der durchscheinenden Embryonen unterscheiden. Eine Untersuchung der unreifen Samen kann also einigermäßen über die Zusammensetzung der Nachkommenschaft einer Bastardpflanze orientieren. Dabei ist jedoch zu beachten, daß bei der *albovariabilis*-Sippe, sobald sie mehr Grün im Mosaik enthält, neben den häufigsten gelblichweißlichen Samen auch blaß- und selbst stark grüne vorkommen können, die dann für *chlorina*- oder gar *typica*-Samen genommen werden. Doch ist, wie wir gleich sehen werden, diese Fehlerquelle nicht groß. In Tabelle 7 ist das Ergebnis für 4 Bastarde von anderer Herkunft als die Eltern der Nachkommenschaften von Tabelle 5 und 6 zusammengestellt. Gewöhnlich sind je zwei Äste jedes Individuums untersucht worden.

Tabelle 7.

F 2 des Bastardes *chlorina* ♀ + *albovariabilis* ♂, Zählung unreifer Samen.

Versuchspflanze	Unreife Samen					
	<i>typica</i>	in Prozent	<i>chlorina</i>	in Prozent	<i>albovariabilis</i>	in Prozent
191 F	126	72	38	22	12	7
	101	73	29	21	8	5,8
191 J	138	70	51	26	7	3,6
	185	76	58	24	1	0,4
191 AJ	86	70	32	26	5	4
	94	70	33	24	8	5,9
191 AP	97	77	24	19	5	4
Zusammen ..	827	72,67	265	23,29	46	4,02

Es wird sofort auffallen, daß bei der zweiten Aussaat (Tabelle 6), und bei der Auszählung der unreifen Samen sehr viel weniger *albovariabilis*-Nachkommen gefunden wurden als bei der ersten Aussaat (Tabelle 5), statt 20 bis 24 Prozent nur 6,6 und 4 Prozent. Nun sind ja bei der Auszählung sehr wahrscheinlich einige *albovariabilis*-Samen für *chlorina* oder *typica* genommen worden. Das kann aber lange nicht soviel ausmachen. Es wurden möglichst stark weißbunte *albovariabilis* zu der Bastardierung benutzt, die, wie wir noch sehen werden (S. 983), im wesentlichen unverändert, also stark und sehr stark weiß, wieder abgespalten werden. Solche stark weißbunten Sämlinge gehen aber gewöhnlich aus Embryonen hervor, die im unreifen Zustand gelblichweiß sind (S. 972), also nicht mit *typica*- oder *chlorina*-Embryonen verwechselt werden können. — Auch die folgende, gleich zu besprechende Versuchsreihe hat bei A u s s a a t eine ähnlich niedrige Prozentzahl *albovariabilis* gegeben.

Statt mit der *chlorina*-Sippe wurde die *albovariabilis* auch mit einer *typica*-Sippe mit sehr stark fiederschnittigen Blättern bastardiert. Wurde eine *albovariabilis* mit fast ganzrandigen Rosettenblättern benutzt, so war das Gelingen der Bastardierung *a. v.* ♀ + *t.* ♂ an den fiederschnittigen Blättern zu erkennen.

Versuch 112 gab 65 *typica* und 2 *albovariabilis*,
 „ 113 „ 24 „ „ 0 „
 „ 175 „ 30 „ „ 2 „

Die Samen von 10 sich selbst überlassenen Pflanzen des Versuchs 175 gaben die in Tabelle 8 zusammengestellten Resultate.

Die 14,7 Prozent *albovariabilis* bei Versuch 184a erklären sich dadurch, daß in diese Aussaat ausgesucht faltige Samen (S. 970, Anm.) aufgenommen wurden, die vorwiegend *albovariabilis* geben.

Darüber, daß eine besondere Anlage für Weißbunt vorhanden ist, die im Bastard abgespalten wird, kann nach dem Mitgeteilten kein Zweifel sein. Die beobachteten Zahlenverhältnisse homogen grün: bunt legen es aber nahe,

Tabelle 8.
F 2 des Bastardes *albovariabilis* ♀ + *typica* ♂.

Pflanze	Nummer des Versuchs	Sämlinge			Pflanze	Nummer des Versuchs	Sämlinge		
		grün	weiß- bunt	in Proz.			grün	weiß- bunt	in Proz.
A	177	28	1	3,6	G	185	95	2	2,1
B	178	32	4	12,5	H {	184a	34	5	14,7
C	179	40	3	7,5		184b	34	1	2,9
D	180	38	4	10,5	J	186	30	3	9,1
E	181	54	2	3,7	K	187	112	10	8,2
F	182	45	5	11,1	Zusammen ..	542	40	6,9	

daß für die Bastardierungen zwei genetisch verschiedene, aber äußerlich ununterscheidbare *chlorina*-Sippen verwendet wurden. Bei der einen (z. B. für den Versuch 209—210 der Tabelle benutzten) würde die homogene Färbung durch zwei Anlagen bedingt (Erbformel $CC\ tt\ H_1H_1H_2H_2$ vgl. S. 980), bei der andern (für Versuch 157 und 158 der Tabelle benutzten) würde die homogene Färbung durch eine dieser Anlagen bedingt (Erbformel $CC\ tt\ H_1H_1\ h_2h_2$), die für sich allein auch schon homogen gäbe. Im einen Fall wären 6,25 Prozent *albovariabilis* zu erwarten (beobachtet 6,9, 6,5 und 4 Prozent) im andern 25 Prozent (beobachtet 20 und 24 Prozent). Weitere Versuche müssen hier volle Klarheit bringen. Etwas ganz Ähnliches hat Trow (1916) bei seinen Versuchen über eine homogen weiße (*albina*-) Sippe von *Senecio vulgaris* beobachtet: Zwei Anlagen für (homogenes) Grün, von denen jede allein schon ein davon ununterscheidbares Grün gibt. Ich habe das gleiche bei der genetischen Untersuchung der *Urtica pilulifera albina* gefunden.

Es besteht, soweit meine Erfahrungen reichen, ein deutlicher Unterschied zwischen den weißbunten Sämlingen, die ein Bastard (zwischen einem stark weißen Exemplar der *albovariabilis*-Sippe und einem der *typica*- oder *chlorina*-Sippe) abspaltet und den weißbunten Sämlingen, die eine nahezu rein grüne Pflanze aus einer bei Inzucht gehaltenen *albovariabilis*-Linie hervorbringt. Die weißbunten Nachkommen des Bastardes sind, wie die der zum Versuche verwendeten stark weißbunten Pflanze, fast alle stark bis sehr stark weißbunt, zum Teil so stark, daß sie völlig lebensunfähig sind — die in Fig. 4 dargestellte Pflanze ist aus einem Bastard *chlorina* + *albovariabilis* abgespalten. Die weißbunten Nachkommen der fast ganz grünen Pflanze sind gewöhnlich mehr grün, oft nur mäßig bis schwach bunt oder wieder nur spurenweise.

Es spricht also nichts dafür, daß das Gen für Weißbunt bei der Bastardierung irgendwie „verunreinigt“ wird; es wird nicht anders abgespalten, als wie es auch bei Selbstbefruchtung der *albovariabilis* abgespalten wird.

Die Vererbung der Blattform und Schötchenform habe ich mit Rücksicht auf SHULLS einschlägige Untersuchungen (1911) nicht verfolgt und nur festgestellt, daß in F 2 auch *albovariabilis*-Sämlinge mit sehr schön fiederschnittigen Blättern auftreten.

IV. Allgemeines.

Das Merkwürdige an der *albovariabilis*- Sippe ist, daß es sich bei ihr um ein Merkmal handelt, das einerseits sicher auch genotypisch, nicht nur phänotypisch veränderlich ist und andererseits den MENDELSchen Gesetzen folgt, daß die Sippe, kurz gesagt, durch eine veränderliche Erbanlage bedingt ist.

Der Fall erinnert an den oft besprochenen der „Haubenratten“, wie ihn die ersten Beobachter, MAC CURDY und CASTLE (1907), aufgefaßt haben. Auch hier ist — darüber herrscht Einigkeit — Selektion wirksam, wenn man auf eine Steigerung und eine Abschwächung des dunklen Rückenstreifens ausgeht. Gegenüber der Deutung aber, die MAC CURDY und CASTLE ihren Beobachtungen gaben, haben schon A. LANG (1914, S. 613) und A. L. und A. C. HAGEDOORN (1914) darauf hingewiesen, daß es sich bei der Selektion vermutlich um die Isolierung von Biotypen handle, die in einer Population durch Kreuzung zusammengeworfen waren, und E. BAUR (1914, S. 274) und neuerdings auch H. E. ZIEGLER (1918, S. 151, 1919) sind auf Grund ihrer Versuche zur selben Auffassung gelangt¹⁾.

Eine solche Erklärung halte ich bei der *albovariabilis*- Sippe der *Capsella Bursa pastoris* ausgeschlossen. Wenn ich auch weiß, daß bei ihr nicht selten Fremdbestäubung vorkommt, und die Nachkommenschaft von Pflanzen aus dem Freien durchaus nicht, oder doch nicht immer genetisch homogen ist, so halte ich doch bei ihr eine so starke Mischung verschiedener Genotypen, wie sie bei den Ratten durch die Geschlechtertrennung bedingt ist, für ausgeschlossen. Vor allem aber sind, nach Selektion nach grün hin, durch Rückselektion wieder stark weiße Pflanzen zu erhalten, die dann eine im Durchschnitt stark weißbunte Nachkommenschaft geben, solange noch eine Spur von bunt beim Samenträger vorhanden ist oder noch bunte Keimlinge hervorgebracht werden. Umgekehrt ist von sehr starkem Weißbunt aus auch fast reines und reines Grün rascher oder langsamer zu erreichen. Die Stammbäume auf S. 979 geben Belege dafür. Der Erfolg der Selektion ist, nach allem, was ich bis jetzt gesehen habe, erst dann bleibend, wenn die rein grüne Endstufe erreicht ist, während bei den Haubenratten Zwischenstufen erblich fixiert werden können (vgl. auch CASTLE und PHILLIPS, 1914). Endlich wirkt die Selektion auch bei Auswahl verschiedener Äste desselben Individuums,

¹⁾ Die Kritik, die ZIEGLER (1918, S. 157, Anm.) an BAUR übt, scheint mir nur durch Mißverständnisse bedingt.

das doch, auch als noch so sehr zusammengesetzter Bastard, genetisch eine Einheit ist.

Das charakteristische erbliche Verhalten der *albovariabilis*-Sippe kommt wohl dadurch zustande, daß die Mosaikbildung durch eine an ein Gen gebundene Krankheit bedingt wird, die heftiger und schwächer werden, auch wieder ganz verschwinden kann. Ein solches Zu- und Abnehmen einer Krankheit und ihr — experimentell veranlaßbares — Verschwinden kennen wir aus E. BAUR's Arbeiten über infektiöse Panachure. — Das kranke Gen verhält sich bei der Vererbung sonst ganz wie ein normales; dadurch wird das Mendeln erklärt.

Man könnte sich zum Beispiel, um wenigstens ein Bild zu haben, vorstellen, an das materielle Substrat des Gens, gedacht als ein großes Molekül, würde dieselbe Atomgruppe mehrmals, sagen wir zehnmals, angelagert werden können. Die Zahl wäre veränderlich, sie könnte unter (für das Gen) äußeren Bedingungen, die wir nicht kennen, zunehmen oder abnehmen. Jeder Zahl der Atomgruppen am Molekül entspräche ein bestimmtes Verhältnis von Weiß und Grün im Mosaik an der Pflanze. Das würde dann getrennte kleine Stufen des Mosaik von ganz weiß bis ganz grün geben, die aber transgressiv modifizierbar wären.

Der Unterschied dieser Deutung von der durch Poly- bzw. Homomerie läge darin, daß der Zustand des Genes, die Zahl der Atomgruppen, die an das Gen-Molekül angelagert werden, nicht beständig ist, daß neue Gruppen angelagert und alte wegfallen können, auch während der Ontogenese des Individuums. Nur ein Zustand oder vielleicht zwei wären konstant (S. 978), wenn alle möglichen Atomgruppen angelagert sind oder alle wegfallen. Der eine entspräche dem homogenen Grün, der andere dem homogenen Weiß.

Die Selektion greift zum Beispiel ein Individuum heraus, dessen Gene zunächst den Zustand mit fünf Atomgruppen hätten, und das mäßig bunt ist, weil etwa gleich viel gesunde grüne und kranke weiße Zellen gebildet werden. Während der Ontogenese fallen Atomgruppen weg und treten neue hinzu, aus den fünf werden hier vier und dort sechs oder hier zwei und dort acht. Dementsprechend entstehen Äste mit mehr weißen oder mit mehr grünen Zellen im Mosaik, und Keimzellen, die mehr für Weiß oder mehr für Grün veranlagt sind. Bei einer bestimmten Zellteilung brauchte das nicht zu geschehen; der Anstoß, der die Veränderung bedingt, könnte gleich einen ganzen Zellkomplex treffen. Je nach der Herkunft der Samen, die zur Weiterzucht verwendet werden, von unveränderten oder veränderten Teilen, erhält man dann Nachkommen von verschiedener Durchschnittsfärbung, dem Zustand mit fünf oder dem mit vier oder zwei und mit sechs oder acht Gruppen entsprechend. Diese Zustände sind selbst wieder nicht stabil. Es kann aus dem mit vier Atomgruppen z. B. der mit sechs oder der mit einer Gruppe

hervorgehen usw., und schließlich sind die Endzustände, rasch oder langsam, zu erreichen, von denen dann wenigstens einer konstant ist. Dies so entstehende Mosaik aus Teilen mit verschiedenen stark kranken Genen muß aber, wo es vorhanden ist, sehr viel größer sein als das direkt sichtbare von weiß und grün¹⁾.

Solche Änderungen im Krankheitszustand des Gens müßten vor allem auch bei der Bildung der Keimzellen eintreten, damit die Mannigfaltigkeit der Nachkommenschaft einer *albovariabilis* erklärt ist. Ist die ganze Vorstellung richtig, so könnten dann auch bei Selbstbefruchtung Keimzellen in verschiedenem Krankheitsgrade bei der Bildung der neuen Individuen zusammenkommen, und da jedem Zustand eine gewisse Dauer zukommen könnte, würde auch ein Wiederaufspalten in der Nachkommenschaft möglich sein, so daß deren Vielförmigkeit einerseits durch Änderungen des Zustandes der Keimzellen, andererseits durch Spalten und dann durch Neukombination zustande käme. Ob sich die beiden Vorgänge trennen und nebeneinander nachweisen lassen werden, muß einstweilen dahingestellt bleiben.

Manches spricht für ihr Vorkommen. So, daß Pflanzen, die ich für rein grün gehalten hatte, und die aus reingehaltenen Linien stammten, doch noch so oft *albovariabilis*-Keimlinge gaben (Tabelle 4 und Stammbäume), und daß derartige Keimlinge alle sehr stark und äußerst stark weiß und nicht lebensfähig sein können (Versuch 201, Tabelle 4). — Würden an Stelle der stark weißen Pflanzen, die bisher für die Bastardierungen verwendet wurden, stärker grüne verwendet, so wären unter den Bastarden auch solche zu erwarten, die sofort konstant grün sind und aus der Vereinigung eines „gesund“ gewordenen Gens der *albovariabilis* mit einem von vornherein gesunden des andern Elters entstanden sind.

Ob man die Änderungen in der Stärke der Krankheit, also im Zustand der Gene nach unserer Annahme, Mutationen nennen will oder nicht, scheint mir weniger wichtig. Ich habe schließlich die neue Sippe auch nicht *albo-mutabilis* genannt, wie ich früher vorhatte. Für eine Mutation spricht, daß die Änderung das Idioplasma, ein Gen, trifft (sonst könnte sie nicht mendeln), gegen sie die Labilität der Änderung.

Die Fortsetzung der Versuche soll das Tatsachenmaterial verstärken und erweitern. Ungünstig ist, daß sich der Grad der Weißbuntheit so schwer genauer fassen läßt. Chlorophyllbestimmungen, wie sie S. 970 erwähnt wer-

¹⁾ Was im einzelnen entscheidet, ob eine Zelle oder Zellgruppe des Blattgewebes grün oder weiß wird, ist eine andere Frage. Der Mechanismus dafür kann bei einer *variegata* einer *albomaculata*- und der *albovariabilis*-Sippe gleich sein, abgesehen von der gröberen oder feineren Verteilung des Grün. Könnte man aber je eine weiße und eine grüne Zelle isolieren und sie für sich allein zur weiteren Entwicklung bringen, so würde voraussichtlich bei der *albomaculata* jene eine weiße, diese eine grüne Pflanze geben, bei der *albovariabilis* beide, grün und weiß, wieder *albovariabilis*, wenn auch vielleicht verschieden stark weiß.

den, bedingen den Verlust des Individuums (oder des Astes) zur Zucht. Hier sind die Haubenratten, deren Rückenstreif einigermaßen genau gemessen werden kann, ein viel besseres Versuchsobjekt.

Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, daß sich unser Objekt und die Annahmen, zu denen es uns geführt hat, mit dem klassischen Mendelismus völlig verträgt. Nichts zwingt uns z. B., einstweilen wenigstens, ein „unreines“ Spalten anzunehmen. Dagegen wird sich wohl die Vererbungsweise auch noch anderer Krankheiten, vielleicht auch beim Menschen, in gleicher Weise deuten lassen.

Albovariabilis-Sippen dürften insbesondere bei anderen Cruciferen vorkommen, doch sind meine Versuche mit bunter *Barbarea vulgaris* und *Alliaria officinalis* technischer Schwierigkeiten wegen noch nicht weit genug gediehen. Sicher ist bereits, daß es sich auch hier um mendelndes Weißbunt handelt.

Über Selektionsversuche mit bunter *Barbarea vulgaris* hat BEYERINCK (1904, S. 24) im Anschluß an seine Untersuchungen über *Chlorella variabilis* berichtet. Stecklingsselektion unter verschiedenen bunten Zweigen hatte gar keinen Erfolg, Selektion unter früher und später buntwerdenden Individuen einen sicheren, wenn auch offenbar geringen. Nach sieben Jahren war die „grüne“ Familie von der „weißen“ deutlich verschieden. Bei einer späteren Besprechung der *Chlorella variegata* (1912) kommt BEYERINCK leider nicht mehr auf diese Versuche zurück.

Die *albomarginata*-Sippe der *Lunaria vulgaris* (1909, S. 326, G. A. 30, 645) meldet, wie die *albovariabilis*, unterscheidet sich aber zunächst einmal dadurch, daß die weißbunte Sprenkelung auf den Blattsaum beschränkt ist. Es fiel mir auch leicht, bei Wiederaufnahme meiner 1907 aufgegebenen Versuche aus dem gekauften Saatgut eine Sippe mit breiterem und eine mit schmalerem weißen Rande zu isolieren. Näheres kann ich aber noch nicht angeben.

V. Zusammenfassung einiger Ergebnisse.

Die *chlorina* der *Capsella Bursa pastoris* verhält sich wie die übrigen *chlorina*-Sippen, zerfällt aber wahrscheinlich wieder in eine chlorophyllärmere (*euchlorina*) mit etwa 45 und eine chlorophyllreichere (*subchlorina*) mit etwa 65 Prozent des Rohchlorophyllgehaltes der *typica*-Sippe.

Die *albovariabilis*-Sippe vererbt ihre Weißbuntheit nach den MENDELschen Gesetzen, ist aber nicht konstant, sondern veränderlich. Durch Auswahl mehr weißer oder mehr grüner Pflanzen oder entsprechender Äste einer Pflanze als Samenträger läßt sich eine Verschiebung der durchschnittlichen Färbung der Nachkommenschaft erzielen, die auf der einen Seite bis zu konstantem Grün geht, auf der andern Seite, vielleicht nur aus technischen Gründen, nur bis zu einer stark weißen Durchschnittsfärbung, die durch gleichgerichtete Auswahl auf derselben Höhe gehalten werden kann. Solange noch

keine Konstanz (homogenes Grün) erreicht ist, kann die Selektion hin und her betrieben werden; die Zwischenstufen sind nicht fixiert worden.

Die Weißbuntheit ist als eine Krankheit aufzufassen, die ab- und zunehmen, auch ganz verschwinden kann, und die durch die schwankende Veränderung (Erkrankung) einer Anlage, eines Genes, bedingt wird, das bei der *typica*-Sippe in normalem Zustand vorhanden ist.

Eigenartig ist u. a., daß die *albovariabilis*-Embryonen auf dem Reifestadium, auf dem die *typica*-Embryonen schön grün sind, nur homogen gelblich bis mehr oder weniger grün, nie bunt gefunden wurden, und ihr weißbuntes Mosaik erst in der zweiten Ergrünungsperiode, bei der Keimung, ausgebildet wird.

Literaturverzeichnis.

- E. BAUR, 1907. Untersuchungen über die Erblichkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXV, S. 442.
- , 1908. Die *Aurea*-Sippen von *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 124.
- , 1909. Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „Varietates albomarginatae hort.“ von *Pelargonium zonale*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 330.
- , 1914. Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, II. Aufl. Berlin.
- W. BEYERINCK, 1904. *Chlorella variegata*, ein bunter Mikrobe. Recueil des trav. bot. Neerl. Bd. I, S. 14.
- , 1912. Mutationen bei Mikroben. Folia microbiologica Bd. I, S. 1.
- W. E. CASTLE and J. C. PHILLIPS, 1914. Piebald Rats and Selection. Publ. Carneg. Instit. 195. Washington.
- C. CORRENS, 1909a. Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 291, G. A. 30, 613.
- , 1909b. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung. A. a. O. Bd. II, S. 331, G. A. 31, 648.
- , 1918. Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde. Diese Sitzungsber., 28. Febr., S. 221, G. A. 43, 880.
- A. L. HAGEDOORN and A. C. HAGEDOORN, 1914. Studies on Variation and Selection. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. XI.
- E. KÜSTER, 1916. Pathologische Pflanzenanatomie. Jena.
- , 1917. Die Verteilung des Anthocyans bei *Coleus*-Spielarten. Flora Bd. 110, S. 1.
- , 1918. Über Mosaikpanaschierung und vergleichbare Erscheinungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XXXVI, S. 54.
- A. LANG, 1914. Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. Jena.
- H. MAC CURDY and W. E. CASTLE, 1907. Selection and Cross-breeding in Relation to the Inheritance of Coat-pigments and Coat-patterns in Rats and Guinea-pigs. Publ. Carnegie-Instit. Washington.
- G. H. SHULL, 1911. Defective inheritance-ratios in Bursa hybrids. Verhandl. d. naturf. Vereines in Brünn Bd. XLIX.
- A. H. TROW, 1916. On Albinism in *Senecio vulgaris* L. Journ. of Genet. Vol. VI. S. 65.
- E. ZIEGLER, 1918. Die Vererbungslehre in der Biologie und in der Soziologie. Jena.
- , 1919. Zuchtwahlversuche an Ratten. Festschrift zur Feier des 100jährigen Bestehens der Kgl. Württ. Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim S. 385.

47. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. II.

Vier neue Typen bunter Periklinalchimären.

Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften Bd. 44, S. 820—857. 1919.

Im folgenden sollen Versuche mit vier Typen von Periklinalchimären beschrieben werden, die unter sich verschieden sind und von den schon bekannten derartigen Gebilden, den von BAUR (1909 und 1914, S. 178 u. 254) bei *Pelargonium zonale* untersuchten, mehr oder weniger stark abweichen.

Diese letzteren sind so bekannt, daß es überflüssig ist, ihren Bau und ihre Vererbungsweise eingehend zu besprechen. Es genügt, daran zu erinnern, daß es Pflanzen sind, bei denen in Stengeln und Blättern entweder mehr oder weniger viel von den peripheren Zellschichten weiß ist und einen grünen Kern umgibt, oder bei denen eine mehr oder weniger dicke, normal grüne Hautschicht einen weißen Kern umhüllt. Die eine Form wollen wir der Kürze halber *albotunicata*, die andere, „umgekehrte“, *albonucleata* nennen. Dazu kommen ganz weiße und ganz grüne Äste, welche letztere, als Stecklinge behandelt und weiter kultiviert, nicht wieder bunt werden.

Diese *albotunicata* gibt bei Selbstbestäubung nur albinotische, nicht lebensfähige Keimlinge. Die rein weißen Äste verhalten sich ebenso: die rein grünen geben nur normale, grüne Sämlinge. Bestäubt mit dem Pollen einer typisch grünen Sippe bringt die *albotunicata* vorwiegend grüne Keimlinge (72 Prozent) hervor, dazu ziemlich viel grün und weiß marmorierte (28 Prozent), aus denen wieder Periklinalchimären entstehen können. Eine typisch grüne Sippe gibt mit dem Pollen der *albotunicata* im wesentlichen die gleiche Nachkommenschaft, nämlich wieder ganz überwiegend grüne Keimlinge (86 Prozent) dazu grünweißbunte (11 Prozent) und einige wenige Albinos (2,5 Prozent), die bei der reziproken Verbindung wohl nur zufällig nicht beobachtet worden sind. Entsprechend verhalten sich auch die Kreuzungen zwischen ganz weißen Ästen an *albotunicata*-Pflanzen und einer ganz grünen Sippe: fast alle Keimlinge sind grün (85 Prozent, insbesondere auch der einzige Repräsentant der Verbindung weiß ♀ + grün ♂) und wenige bunt (15 Prozent).

Wie BAUR dies Verhalten durch die Genesis des Embryosacks und der Pollenkörner aus der subepidermalen Zellschicht erklärt, die bei dem *status albotunicatus* kranke (ergrünungsunfähige), bei dem *st. typicus* gesunde (er-

grünungsfähige) Plastiden enthält, sowie durch die Annahme eines Übertrittes kranker oder gesunder Plastiden aus den Pollenschläuchen in das Plasma der Eizelle mit ihren gesunden oder kranken Plastiden, ist ebenfalls so bekannt, daß ich hier darauf nicht weiter einzugehen brauche.

In letzter Zeit sind drei Abhandlungen von E. KÜSTER erschienen (1919, a, b, c), die sich mehrfach mit dem hier auszuführenden berühren, obwohl sie im wesentlichen anatomischer Natur sind.

Zunächst hatte ich die verschiedenen Periklinalchimären Sippen genannt und als *forma leucodermis*, *f. albotunicata* usw. unterscheiden. Nun ist ja die Bezeichnung „Sippe“ von NÄGELI (1884, S. 10, Anm.) gerade für die Fälle eingeführt worden, wo der systematische Wert eines Verwandtschaftskreises unentschieden bleiben soll. Im Grunde handelt es sich dabei, wie bei „forma“, doch immer um etwas erblich fixiertes. Das sind die Periklinalchimären als Ganzes jedoch nicht, selbst wenn, wie bei den *pseudoleucodermis*- und *chlorotidermis*-Chimären, das Verhalten der subepidermalen Schicht richtig, durch Gene, vererbt, nicht bloß direkt weitergegeben wird. Ich werde deshalb den Ausdruck *Zustand* benützen und vom *status leucodermis*, *st. albotunicatus* usw. sprechen, auch vom *status albomaculatus*, und „Sippe“ und *forma* für erbliche Typen, *chlorina*, *albomarginata*, *albovariabilis* usw., verwenden. Nur gelegentlich ist im folgenden von der *leucodermis*- oder *pseudoleucodermis*-Sippe usw. die Rede, um einen kurzen Ausdruck zu haben für „die Sippe, die den *status leucodermis*, den *st. pseudoleucodermis* usw. hervorgebracht hat“. Denn diese Zustände sind, wie wir sehen werden, sicher bei verschiedenen Sippen aufgetreten.

Wir wenden uns nun zu den neuen Sippen:

1. *Arabis albida*.

Die von den Gärtnern meist mit *Arabis alpina* verwechselte¹⁾, als Einfassung und auf Felspartien oft gezogene *A. albida* kommt im Handel in mindestens drei weißbunten Sippen vor, die in den Katalogen gleicherweise als *A. a. foliis variegatis* bezeichnet werden.

Im anatomischen Bau stimmen sie alle drei überein²⁾ und gehören dem ersten Typus KÜSTER's (1919c) an. Es sind Periklinalchimären mit einer weißen Haut, wie die von BAUR beschriebenen weißbunten Pelargonien.

¹⁾ *Arabis albida* und *alpina* sind offenbar ziemlich nahe verwandt. Trotzdem hat mir bei wiederholten Versuchen weder die Befruchtung der *albida* mit *alpina*-Pollen, noch umgekehrt die der *alpina* mit *albida*-Pollen reife Samen gegeben, obwohl es zur Bildung eines kleinen Embryos kam, der auch in den tauben Samen noch ganz gut aussah. Benutzt wurden Pflanzen der *A. alpina*, die ich aus Samen aus dem Engadin gezogen hatte.

²⁾ Auf einen geringen Unterschied in der Verteilung von Weiß und Grün in den jungen Früchten komme ich zurück.

Querschnitte durch den Stengel, das Laubblatt und seinen Stiel, die Blütenstiele, die Kelchblätter und den Fruchtknoten lehren das, und **zwar ist stets** mindestens die Zellschicht, die direkt unter **der Epidermis** liegt, farblos. (Ganz ausnahmsweise ist diese **Schicht streckenweise grün**, solche Stellen fallen dann schon **makroskopisch** durch ihre reinen und dunkler grünen Farbe auf [Fig. 1 H.]) Die **farblosen** Palisaden des Blattes sind, wie bei *Pelargonium*, viel niedriger als die grünen, selbst nur halb so hoch und noch weniger. Die Epidermis ist

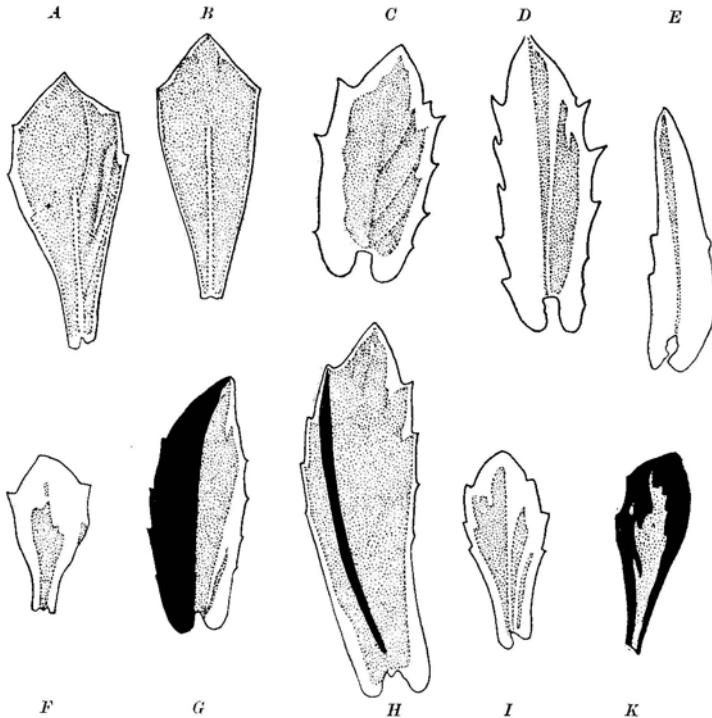


Fig. 1. Weißbunte Periklinalchimären von *Arabis albida*, Rosettenblätter (A, B, F, K) und Stengelblätter. G zu $\frac{1}{2}$ normal, von einem sektorial grün und bunten Sproß. H mit normalem Streifen, K „umgekehrte“ Periklinalchimäre (*leucopyrena*) von Pflanze C Etwas über natürlicher Größe. Die Behaarung ist weggelassen, das normale Gewebe schwarz, das weißhäutige punktiert. Dr. O. Römer gez.

bei allen drei Sippen normal. Denn der Chlorophyllgehalt der Spaltöffnungen entspricht dem der grünen Pflanzen, und die Chloroplasten bilden Stärke.

Durch diese weiße Haut bekommen die Blätter eine graugrüne Farbe und einen weißen, jung gelblichweißen Saum, bald einen sehr schmalen, bald einen breiten oder sehr breiten, von dem aus oft weiße Streifen schräg nach unten ins Blatt vordringen (Fig. 1). Im Extrem ist das halbe Blatt oder fast das ganze Blatt bis auf einen grünen Streifen weiß oder schließlich das ganze Blatt.

Hier und da treten (wenigstens bei dem *pseudoleucodermis*-Zustand) Triebe auf, die ganz rein (gelblich) weiß sind — bis auf sehr feine grüne Streifchen an den Rändern der Kelchblätter, vorzüglich in deren oberer Hälfte, die leicht zu übersehen sind (Fig. 2). In Laubblättern, die ich durch Injektion mit Wasser durchsichtig gemacht hatte, fand ich dagegen keine Spur von Grün, obwohl ich, aufmerksam gemacht durch das Verhalten der *Capsella bursa pastoris albovariabilis* (1919, S. 590, G. A. 46, 969), darauf besonders achtete¹). Solche albinotischen Sprosse kommen auch zum Blühen und können selbst gut ansetzen; die Schoten reifen aber nicht immer aus, weil die Triebe leicht

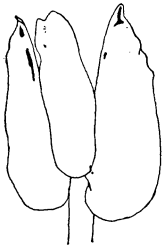


Fig. 2. Kelch einer Blüte an einem rein weißen Trieb des *st. pseudoleucodermis* der *Arabis albida*, am Kelchblattrand die kleinen grünen, hier schwarzen Streifen. Vergr. 5 : 1. Dr. O. Römer gez.

vorher eingehen, wobei die Blätter von unten nach oben, die einzelnen von der Spitze und dem Rande aus, vertrocknen.

Häufiger sind ganz grüne Triebe, die dann völlig den anatomischen Bau der normalen Pflanze besitzen. Ich habe mehrere als Stecklinge behandelt und fünf Jahre lang beobachtet, ohne je wieder etwas Weißbuntes an ihnen zu finden.

Gelegentlich fand ich (z. B. bei der Pflanze F) Triebe, die sektorial weißbunt und rein grün oder (bei Pflanze D) weißbunt und rein weiß waren, wobei auf der Grenze stehende Blätter halbiert waren (Fig. 1 G).

Einmal wurde (bei Pflanze C) auch ein Trieb beobachtet, der, oberflächlich betrachtet, rein grün war, bei dem die Blätter aber ein helleres Mittelfeld besaßen, das auf einen Kern chlorophyllfreien Gewebes zurückzuführen war (Fig. 1 K). Diese Parallellform zu dem von BAUR bei *Pelargonium* entdeckten „*albonucleatus*“-Zustand mag *st. leucopyrenus* heißen.

Von den drei Sippen ist die eine im Wuchs viel kräftiger als die beiden andern. Sie hat gefüllte Blüten²), ist völlig steril und konnte deshalb nicht auf ihr genetisches Verhalten geprüft und mit den beiden andern Sippen verglichen werden. Diese beiden viel schwächer wachsenden Sippen unterscheiden sich durch ihr erbliches Verhalten von Grund aus, trotz des völlig übereinstimmenden anatomischen Baues von Blatt und Stengel. Sie sind auch durch kleine Differenzen [in der Behaarung³) und wohl auch in der Zähnelung des

¹) Neuerdings hat KÜSTNER (1919, c. S. 226 u. f.) darauf aufmerksam gemacht, wie weit verbreitet Grünsprenkel an rein weißen Sprossen sind, und vermutet, daß alle weißbunten Pflanzen an ihren blassen Sprossen grüne Anteile entwickeln können. Das Charakteristische des oben beschriebenen Falles ist das regelmäßige Auftreten und die scharfe Lokalisation der grünen Streifen.

²) Die Füllung entspricht ganz der von NAWRATILL (1916) beschriebenen.

³) Bei Pflanze C und P ist die Infloreszenz fast völlig kahl, bei D, E, F, G, H locker sternhaarig.

Blattrandes] deutlich verschieden und stammen deshalb sicher von zwei verschiedenen grünen Sippen ab.

Die eine, die den *status leucodermis* besitzt, bezog ich 1910 von der Firma Haage und Schmidt in Erfurt (Pflanze C) und später (1915) von G. Arends in Ronsdorf (Rheinland) (Pflanze P). Die zweite, die den *st. pseudoleucodermis* aufweist, erhielt ich 1914 von der Firma L. Thüer und Bachmann in Münster i. Westf. (D, E, F, G, H, unter sich übereinstimmend und offenbar Klone eines Individuums).

Die typisch grünen, zum Vergleich nötigen Pflanzen stammen teils aus dem Botanischen Garten in Münster (Pflanze A, B, sicher Klone desselben physiologischen Individuums), teils von der Firma Otto Mann in Leipzig (Pflanze R, von kräftigem Wuchs), teils aus Samen, die ich als *Arabis albida ochrida* aus dem Botanischen Garten in Edinburgh erhalten hatte (mittelstark im Wuchs, mit Blüten, die einen eben merklichen Stich ins Gelbliche hatten, statt rein weiß zu sein).

Wie schon erwähnt, ist der anatomische Bau des *leucodermis*- und *pseudoleucodermis*-Zustandes gleich, doch sehen die unreifen Schoten merklich verschieden aus (Fig. 3). Bei dem *st. leucodermis* zieht sich auf jeder Klappe ein schmaler werdender weißer Streifen von der Spitze mehr oder weniger weit herab, zuweilen fast bis zum Grunde; an der Spitze ist nur noch das Gewebe um die Gefäßbündel des „Ramens“ grün, und zwei schwache grüne Streifen gehen an dem Griffel hinauf. Bei dem *st. pseudoleucodermis* ist zwar die Spitze der unreifen Schote auch fast ganz weiß, nach unten aber annähernd mit einer Querlinie gegen das Grün abgesetzt¹⁾.

In den Blüten der weißen Triebe fand ich die Fruchtknotenwand rein weiß, die scharf abgesetzte Scheidewand dagegen zunächst deutlich grün wie bei den bunten Trieben.e

Die befruchtungsreifen Samenanlagen sehen bei allen Sippen bzw. Zuständen gleich aus; sie sind grün. Insbesondere ist die subepidermale Schicht grün (obwohl, wie eingangs betont wurde, die Fruchtblätter stets eine weiße Haut haben), auch bei dem *leucodermis*-Zustand und bei den ganz weißen Trieben. Noch in den heranreifenden Samen führt sie lange grüne Chloroplasten.

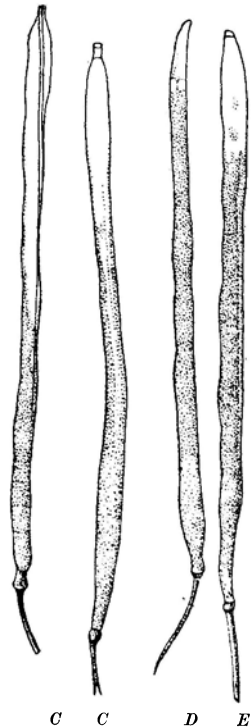


Fig. 3. Unreife Schoten des *st. leucodermis* C und des *st. pseudoleucodermis* D, E der *Arabis albida*. Vergr. 2 : 1. Dr. O. Römer gez.

¹⁾ Ob dies ungleiche Verhalten mit den beiden verschiedenen Zuständen zusammenhängt oder schon den verschiedenen Sippen, die diese Zustände hervorgebracht haben, irgendetwas eigen ist, muß einstweilen unentschieden bleiben.

Ungünstig für die Vererbungsversuche¹⁾ ist die Neigung der *Arabis albida* zur Selbststerilität, die bei verschiedenen Stöcken verschieden stark ist, sonst aber offenbar der von mir bei *Cardamine pratensis* studierten, viel schärfer ausgesprochenen entspricht. — Die Aussaat erfolgte stets in sterilisierte Erde, schon um Verluste unter den Sämlingen durch Pilzkrankheiten zu vermeiden.

I. *Arabis albida leucodermis*.

1. Weißbunte Triebe.

A. Die Blüten geben, wie sie auch immer bestäubt werden mögen, stets nur albinotische, von Anfang an gelblichweiße Keimlinge, die es nie über die Entfaltung der Kotyledonen hinausbringen und dann absterben. Selbstbestäubung, Bestäubung mit dem Pollen des *pseudoleucodermis*-Zustandes und mit dem der *typica*-Sippen verschiedener Herkunft gaben alle dasselbe Resultat²⁾. Tabelle 1 bringt die Belege dafür.

Tabelle 1.
Nachkommen bunter Äste von *A. a. leucodermis*.
A. Pflanze C.

I. Bei Selbstbestäubung C × C		III. Bei Bestäubung mit bunten Ästen der <i>A. a. pseudoleucodermis</i>	
Vers. 3	3 albinot. Keiml.	Vers. 38 ³⁾	44 albinot. Keiml.
„ 8	14 „ „	„ 288	21 „ „
„ 37	5 „ „	IV. Bei Bestäubung mit <i>typica</i> C × <i>typica</i> A.	
„ 285	13 „ „	Vers. 2	8 albinot. Keiml.
„ 287	5 „ „	„ 7	14 „ „
„ 289	5 „ „	C × <i>A. a. ochrida</i>	
II. Bei Inzucht (?) C × P		Vers. 39	40 albinot. Keiml.
Vers. 286	7 albinot. Keiml.		
Zusammen:	52 albinot. Keiml.		

¹⁾ Aus der Literatur ist mir über das genetische Verhalten nur eine Angabe DE VRIES' (1901, S. 613) bekannt, die wohl sicher hierher gehört, obwohl die Pflanze „bunte *Arabis alpina*“ genannt ist. Ich komme auf sie zurück (S. 1012).

²⁾ Es soll aber nicht verschwiegen werden, daß ein Versuch (25) mit C, bei dem ich Bestäubung (mit *typica*-Pollen von Pflanze A) und Ernte nicht selbst ausgeführt habe, 18 albinotische und 18 rein grüne Sämlinge gab. Hier muß irgendein Versehen unterlaufen sein. Die rein grünen Sämlinge wurden aufgezogen und untereinander bestäubt; 13 erwiesen sich als Homozygoten und 5 als Heterozygoten, die (mit dem Pollen der homo- und heterozygotischen Geschwister bestäubt) zwischen 2,5 und 17 Prozent *chlorotica* abspalteten (bei einer Gesamtzahl von 63 bis 88 Sämlingen in jedem Versuch). Wahrscheinlich waren bunte und grüne Äste der Pflanze C zusammen abgeerntet worden.

³⁾ Bei diesem Versuch waren die Blüten nicht kastriert worden, ein Teil der Sämlinge wird durch Selbstbefruchtung entstanden sein.

Tabelle 1 (Fortsetzung).
B. Pflanze P.

I. Bei Selbstbestäubung P × P		III. Bei Bestäubung mit bunten und weißen (308) Ästen der <i>A. a. pseudoleucodermis</i>	
Vers. 304	6 albinot. Keiml.	Vers. 308	54 albinot. Keiml.
„ 305	11 „ „	„ 309	47 „ „
„ 306	8 „ „	IV. Bei Bestäubung mit <i>typica</i>	
II. Bei Inzucht (?) P × C		Vers. 307	26 albinot. Keiml.
Vers. 303	40 albinot. Keiml.		
Zusammen:	65 albinot. Keiml.		

Insgesamt 371 albinotische Sämlinge.

B. Bestäubt man typisch grüne Pflanzen mit dem Pollen weißbunter *leucodermis*-Äste, so ist die Nachkommenschaft stets homogen grün.

Tabelle 2.

Wirkung der Bestäubung von *typica*-Pflanzen mit dem Pollen weißbunter *leucodermis*-Äste.

A × C		A × P		R × C	
Vers. 4	15 rein grün	Vers. 284	50 rein grün	Vers. 48	47 rein grün
„ 5	90 „ „	R × P		„ 493	95 „ „
„ 473	98 „ „	Vers. 310	49 rein grün	<i>A. a. ochrida</i> × C	
		Vers. 101		Vers. 101	22 rein grün

Zusammen 466 grüne Sämlinge.

2. Grün gewordene Triebe.

C. Die ganz grünen (normal gewordenen) Äste des *st. leucodermis* geben nach Selbstbestäubung grüne und blaßgrüne (*chlorotica*)-Sämlinge, nicht albinotische, und zwar nach 4 verschiedenen Versuchen (Tabelle 3) auf 229 grüne 72, also 23,9 Prozent, *chlorotica*.

Tabelle 3.

Nachkommenschaft zweier grüner Äste¹⁾ der *leucodermis*-Pflanze C bei Selbstbestäubung.

Nachkommen des Astes C γ			Nachkommen des Astes C δ		
Vers. 40	28 grün	11 chlorot.	Vers. 41	23 grün	7 chlorot.
„ 474a	58 „	22 „	„ 290a	31 „	11 „
„ 474b	33 „	9 „	„ 290b	42 „	8 „
			„ 290c	14 „	4 „
Zusammen:	119 grün	42 chlorot.	Zusammen:	110 grün	30 chlorot.

γ und δ zusammen 229 grün, 72 chlorot. = 23,9 Prozent.

¹⁾ Die in dieser und den folgenden Tabellen angeführten grünen Äste α, β, γ, δ stammten von verschiedenen Stellen der weißbunten Stamm-pflanze C und wurden als „Klone“ (Ableger) weiter kultiviert.

Der Unterschied dieser *chlorotica*-Nachkommen der grünen Triebe von den albinotischen Keimlingen, die die weißbunten Triebe hervorbringen, ist meist ganz auffällig. Statt gelblichweiß, später fast rein weiß, sind sie mehr oder weniger blaß gelblichgrün, wie eine sehr helle *chlorina*, entfalten zum guten Teil auch die nächsten Laubblätter, bilden kleine Rosetten und lassen sich oft lange am Leben erhalten, wobei sie freilich gleichaltrigen, normalen Sämlingen gegenüber zwergig bleiben (Fig. 4). Geblüht hat noch keiner.

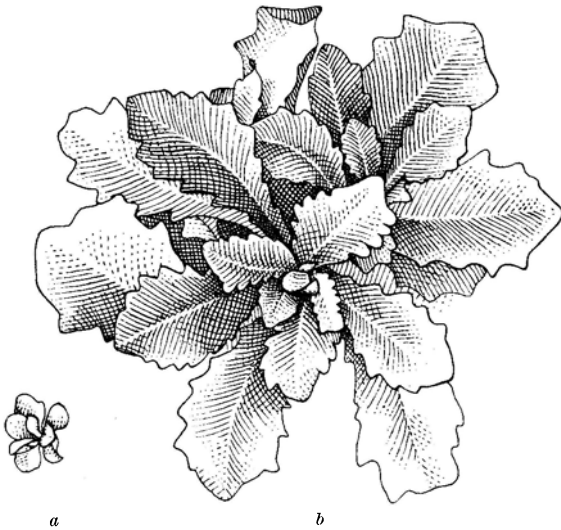


Fig. 4. Gleichalte Rosetten der *f. typica* (b) und der *f. chlorotica* (a) von *Arabis albida*. Annähernd natürliche Größe. Dr. O. Römer gez.

Nach einer kolorimetrischen Bestimmung des Rohchlorophylls im alkoholischen Auszug aus gleichen Gewichtsteilen Blätter, die ich Hrn. DR. KAPPERT verdanke, wiesen die kräftigsten *chlorotica*-Pflanzen etwa 20 Prozent vom Gehalte gleichartiger *typica*-Pflanzen auf, 3 1/2 Monate nach der Aussaat.

D. Bestäubt man die grünen Triebe mit Pollen der weißbunten, so erhält man dasselbe Resultat, grüne und blasse Sämlinge im ungefähren Verhältnis 3 : 1.

Tabelle 4.
Nachkommen grüner Äste, bestäubt mit dem Pollen weißbunter.

	Ast α			Ast γ	
Vers. 9	3 grün	2 chlorot.	Vers. 28	14 grün	4 chlorot.
			„ 42	11 „	5 „
	Ast β			Ast δ	
Vers. 27	12 grün	4 chlorot.	Vers. 29	23 grün	9 chlorot.
$\alpha - \delta$ zusammen 63 grün, 24 chlorot. = 27,6 Prozent.					

Tabelle 5.
Nachkommen grüner Äste, bestäubt mit dem Pollen der *f. typica*.

	C grün \times A		C grün $\delta \times$ R
Vers. 10	48 grün	Vers. 480	94 grün

E. Werden die grünen Triebe mit Pollen der *forma typica* bestäubt, so sind alle Nachkommen grün.

F. Die umgekehrte Verbindung gibt dasselbe

Resultat: *typica* A, bestäubt mit Pollen des grünen Astes α (Vers. 6), gab 27 grüne Sämlinge und mit Pollen des grünen Astes δ (Vers. 472) 80 grüne Sämlinge, ferner *typica* R mit Pollen desselben grünen Astes δ (Vers. 494) 100 grüne Sämlinge.

Von einem Teil der grünen Sämlinge, die bei den vorhergehenden Versuchen entstanden waren, wurde die Nachkommenschaft nach Inzucht untersucht. Es möge davon einstweilen folgendes mitgeteilt werden.

Nachkommen der grünen Sämlinge, die bei Selbstbefruchtung grüner Äste der *leucodermis*-Pflanze C entstehen.

G. Da (S. 995, Tabelle 3) etwa 76 Prozent grüne und etwa 24 Prozent chlorotische Sämlinge beobachtet worden waren, ließ sich erwarten, daß die grünen zu $\frac{1}{3}$ konstant sein würden und zu $\frac{2}{3}$ Heterozygoten, die wieder *chlorotica* abspalten würden.

Als Fortsetzung von Versuch 40 (Tabelle 3) wurden 21 grüne Pflanzen untereinander bestäubt und die Samen (als Versuch 333—353) ausgesät. Bei dieser Versuchsanstellung, die wegen des geringen, unsicheren Ansatzes bei Selbstbefruchtung gewählt wurde, mußten die Heterozygoten zu wenig *chlorotica* geben; bei einer reichlichen Aussaat konnten aber die Samenträger doch sicher als Homo- oder Heterozygoten erkannt werden, und nur darauf kam es zunächst an. Die Samen von 8 Pflanzen brachten nur grüne Keimlinge hervor, die von 13 grüne und *chlorotica*-Keimlinge. Zu erwarten wären etwa 7 Homozygoten und 14 Heterozygoten gewesen; das Versuchsergebnis stimmte also ganz gut.

Tabelle 6.

Nachkommen der heterozygotischen F₁-Pflanzen, die von grünen, selbstbestäubten Ästen der *leucodermis*-Pflanze C stammten, nach paarweiser gegenseitiger Bestäubung. (Vers. 758—781).

Paarung	Gesamtzahl	grün	chlorot.	in Prozent	Paarung	Gesamtzahl	grün	chlorot.	in Prozent
C × J	20	16	4	20	F × O	97	85	12	12
J × C	21	15	6	29	O × F	88	66	22	25
C × O	51	45	6	12	H × Z	32	24	8	25
O × C	29	19	10	35	Z × H	24	19	5	21
C × E	55	46	9	16	J × K	38	29	9	24
E × C	96	72	24	25	K × J	86	80	6	7
C × K	5	3	2	40	K × Z	92	78	14	15
K × C	97	76	21	22	Z × K	52	33	19	37
E × K	83	59	24	29	K × O	21	17	4	19
K × E	30	24	6	20	O × Z	39	24	15	28
F × H	51	39	12	24	Z × O	65	50	15	23
H × F	38	30	8	21	Z × C	6	3	3	50
Zus.:						1216	952	264	21.7

Um über die Prozentzahl der abgespaltenen *chlorotica* genauere Auskunft zu erhalten, wurden jene Pflanzen des Versuches 40, die in der eben geschilderten Weise als Heterozygoten erkannt worden waren, paarweise zusammengestellt und gegenseitig bestäubt. Die Samen wurden getrennt geerntet und ausgesät.

Das Gesamtergebnis kommt dem für die zweite Generation einer Monohybride, 3 : 1, ziemlich nahe; einzelne besonders niedrige Prozentzahlen lassen es als möglich erscheinen, daß auch das Verhältnis 15 : 1 vorkommt. Hier sind weitere Untersuchungen nötig.

Nachkommen der Bastarde *f. typica* + *st. leucodermis*, bunte Äste.

H. Als Fortsetzung des Versuches 4 (S. 995, Tab. 2), bei dem *typica* A die Eizellen geliefert hatte, wurden die 14 aufgezogenen (grünen) Sämlinge in drei Gruppen zusammengestellt und innerhalb jeder Gruppe gegenseitig bestäubt. Bei der (zweimal wiederholten) Aussaat der so erhaltenen Samen (als Versuch 11—24) stellte sich heraus, daß 7 davon Homozygoten und 7 Heterozygoten waren, die wieder zwischen 7 und 40 Prozent bleiche Sämlinge abspalteten, bei einer Aussaat von je 50 Samen und guter Keimung.

Von 4 Pflanzen, die bei diesen Versuchen als Heterozygoten erkannt worden waren, konnte durch Inzucht und Selbstbestäubung eine größere Nachkommenschaft erzielt werden. Sie bestand aus 41 grünen und 8 *chlorotica*, 87 grünen und 22 *chlorotica*, 35 grünen und 15 *chlorotica*, 112 grünen und 32 *chlorotica*-Keimlingen, insgesamt aus 275 grünen und 77, also fast 22 (genauer 21,9) Prozent *chlorotica*.

Bei der Fortsetzung des Versuches 5 (S. 995, Tab. 2), bei dem ebenfalls die *typica* A als ♀ gedient hatte (Versuch 106—163), erwiesen sich von 58 Pflanzen 27 als Homozygoten und 31 als Heterozygoten. 14 andere Stöcke der gleichen Herkunft wurden teils untereinander, teils mit dem Pollen der weißbunten *leucodermis*, also mit dem ihres Vaters bestäubt (Vers. 51—74); 11 erwiesen sich dabei als Heterozygoten und nur 3 als Homozygoten. Bei den Heterozygoten waren nach Selbstbestäubung und Inzucht von 204 Sämlingen 38, gleich 19 Prozent, *chlorotica*, nach der Rückbastardierung mit bunter *leucodermis* von 359 Sämlingen 119, gleich 25 Prozent, *chlorotica*.

Ebenso wurden 24 Sämlinge des Versuches 48 (Tab. 2), bei dem die *typica* R die weiblichen Keimzellen hergegeben hatte, untereinander bestäubt (Versuch 429—452). 11 erwiesen sich als Homozygoten und 13 als Heterozygoten, die wieder *chlorotica* abspalteten. Aus diesen als Heterozygoten erkannten Stöcken wurden im folgenden Jahr dann Paare gebildet, innerhalb deren bestäubt wurde (ohne Kastration wie bei allen derartigen Versuchen). Ich verzichte darauf, die Ergebnisse im einzelnen anzuführen; das Gesamtergebnis der 24 Versuche war, daß von 1578 Keimlingen 1212 grün und 363, also 23 Pro-

zent, *chlorotica* waren. Außerdem wurden 3 bunte Keimlinge beobachtet, bei einem Versuch unter 96 einer, bei einem unter 89 zwei. Sie sollen uns an dieser Stelle nicht beschäftigen.

Nachkommen der Bastarde *f. typica* + grüne Äste
der *leucodermis* - Pflanze C.

J. Von 6 Pflanzen des Versuches 6, S. 997, bei dem die *typica* A mit dem Pollen des grünen Klons *a* der *leucodermis* C bestäubt worden war, erwiesen sich, nach dem Ausfall der Inzucht und Selbstbefruchtung und der Rückbastardierung mit dem Vater C, 3 als Homozygoten und 3 als Heterozygoten, die wieder *chlorotica* abspalteten. Von 9 Pflanzen der umgekehrten Verbindung (Vers. 10, bei dem *typica* A die Rolle des Vaters übernommen hatte) gaben bei gleicher Behandlung 5 nur grüne Nachkommen, waren also Homozygoten, und 4 gaben grüne und *chlorotica*-Sämlinge, ungefähr im Verhältnis 3 : 1, waren also Heterozygoten. Unter 18 anderen Stöcken der gleichen Herkunft waren 10 Homozygoten und 8 Heterozygoten.

Es war also ganz gleich, ob die Sippe *typica* mit dem Pollen bunter Äste oder dem Pollen grüner Äste der *leucodermis*-Pflanze bestäubt worden war, oder diese grünen Äste mit dem Pollen der *typica*: immer war ungefähr die Hälfte der Nachkommen homozygotisch, die Hälfte heterozygotisch, und diese letztere spaltete annähernd im Verhältnis 3 : 1 in *typica* und *chlorotica*.

Faßt man die Ergebnisse aller bisher angeführten Versuche über das genetische Verhalten der *leucodermis*-Sippe zusammen, so läßt sich daraus wohl folgendes schließen:

Die *leucodermis* - Pflanze ist ihren *erblichen Anlagen* nach eine (Mono-) Hybride *typica* + *chlorotica*, die eine *weiße* Haut bekommen hat (nicht eine *chlorotica*-Haut). Gelegentlich verliert sie sie wieder und wird ganz grün, in anderen Fällen wird sie ganz weiß.

Die Keimzellen der weißbunten und der grünen Triebe verhalten sich hinsichtlich ihrer *Erbanlagen* gleich, obwohl sie bei den einen von einer weißen, bei den andern von einer grünen Zellschicht gebildet werden. Die Hälfte führt die *typica*-, die Hälfte die *chlorotica*-Anlage (nicht die für Albino!), und zwar die männlichen und die weiblichen Keimzellen in ganz der gleichen Weise. Die Kerne sind gesund, der übrige Zellinhalt wird aber in der oder in den sub-epidermalen Zellschichten bei den weißbunten Trieben krank und überträgt durch das Plasma der Eizellen die Krankheit *regelmäßig* direkt auf die Nachkommen, während die Pollenkörner, trotz ihres ebenfalls kranken

Plasmas, sie nicht weitergeben, weil aus ihnen ein gesunder Spermakern, allein oder doch ohne wesentliche Plasmamengen, in die Eizelle übertritt. Bei den grünen Trieben ist das Plasma in Eizelle und Pollenkorn gesund.

Der *leucodermis*-Zustand entspricht also, abgesehen von seinem ganz andern anatomischen Bau, genau dem *albomaculata*-Zustand der *Mirabilis Jalapa* (1909), der *Urtica pilulifera*, des *Antirrhinum majus* (BAUR 1910b) usw. Er unterscheidet sich wesentlich von der Periklinalchimäre des *Pelargonium zonale*, dem „*albotunica*“-Zustand, bei dem nach BAUR (1909, S. 330) die Weißkrankheit auch durch den Pollen weitergegeben wird, und der, mit dem Pollen einer *typica* bestäubt, vorwiegend grüne *typica*-Sämlinge, neben weiß und grün marmorierten, gibt.

II. *Arabis albida pseudoleucodermis*.

1. Weißbunte Triebe.

A. Wegen der Neigung zur Selbststerilität, die gerade hier ausgesprochen war, kann ich nur über wenig Nachkommen berichten, die durch Selbstbestäubung weißbunter Triebe entstanden waren.

Die Keimlinge waren zumeist gelblichweiß bis rein weiß, ganz ähnlich wie die der weißbunten Äste des *leucodermis*-Zustandes: nur hier und da kamen auch grünliche, an *chlorotica* erinnernde vor, wie ich sie bei der Nachkommenschaft weißbunter *leucodermis* nicht gesehen habe. Bei einigermaßen größeren Aussaaten waren außerdem stets einzelne rein grüne Sämlinge vorhanden. Nach gleich zu besprechenden Versuchen (B) konnte an ihrem Auftreten Fremdbestäubung schuld sein, also ein Versuchsfehler. Doch halte ich einen solchen für ausgeschlossen. Bunte Keimlinge wurden nicht beobachtet.

Tabelle 7.

Nachkommen bunter Äste des *pseudoleucodermis*-Zustandes bei Selbstbestäubung.

Pflanze (Klon)	Versuchsnummer	Gesamtzahl	grün	albin.	in Prozenten
D	295	4	—	4	100
D	915	16	2	14	88
E	916	34	11	23	68
H	917	37	3	34	92
H	918	7	1	6	86
Zusammen:		98	17	81	82,6

B. Bei der Bestäubung mit dem Pollen anderer Sippen haben die weißbunten *pseudoleucodermis*-Triebe stets nur grüne Keimlinge gegeben, sowohl wenn der *leucodermis*-Zustand als wenn die *typica*-Sippen als Pollenlieferanten dienten.

Tabelle 8.

St. pseudoleucodermis bunt, bestäubt mit fremdem Pollen.

Pflanze (Klon)	Versuchsnummer	Keimlinge	Pflanze	Versuchsnummer	Keimlinge	
bestäubt mit <i>leucodermis</i> C bunt			bestäubt mit <i>leucodermis</i> P bunt			
D	{	30	45 grün	D	292	35 grün
		291	44 „	H	302	6 „
E	{	44	46 „ ¹⁾	bestäubt mit <i>leucodermis</i> C grün		
		45	51 „	F	483	39 grün
F	{	296	49 „	bestäubt mit <i>typica</i> (<i>ochrida</i>)		
		297	47 „	E	{	46	10 grün
485	5 „	47	48 „			
G		298	44 „			
H		299	49 „			
Zusammen:		380 grün				

Insgesamt 518 grüne Keimlinge.

C. Daß *leucodermis* bunt, mit *pseudoleucodermis* bunt bestäubt, nur albinotische Keimlinge hervorbrachte, wurde schon (S. 994) erwähnt.

Wurde sonst der Pollen weißbunter *pseudoleucodermis*-Triebe zur Bestäubung benützt, so waren die Nachkommen fast ausnahmslos rein grün. So bei Bestäubung der grünen Rückschlagsäste der *leucodermis* C, wo im einen Versuch (26, Pollen von Klon D) 77 rein grüne und 3 etwas — auf gelbgrünem Grunde dunkler grün — gescheckte Keimlinge, im zweiten (476, Pollen von Klon F) 92, im dritten (478, Pollen von Klon H) 101 grüne Keimlinge erhalten wurden, zusammen 270 grüne und 3 gelbgrünbunte²⁾. Die *typica* R gab im einen Versuch (49, Pollen von Klon E) ebenfalls nur 47 grüne, im andern aber (495, Pollen von Klon F) außer 97 grünen auch 2 albinotische.

2. Rein weiße Triebe³⁾.

D. Die wenigen Samen, die ich von ganz weißen Ästen durch Selbstbefruchtung erzielte, haben nicht gekeimt. Dagegen kann ich über das Ergebnis von Versuchen berichten, bei denen die Blüten solcher weißen Äste (natürlich nach Kastration) mit fremdem Pollen bestäubt worden waren. Der Ertrag war auch hier gering, weil die weißen Schoten meist zu früh, mit dem ganzen Trieb, eingingen, das Ergebnis aber eindeutig: auch hierbei waren alle Keimlinge rein grün.

¹⁾ Eine Pflanze, 44 B, stellte sich später als teilweise bunt heraus. Sie wird uns noch beschäftigen (S. 1008).

²⁾ Auf diese bunten Keimlinge, die den *st. chlorotidermis* lieferten, werden wir noch zurückkommen (S. 1010).

³⁾ Wegen der feinen grünen Streifen, die am Kelchsaum der Blüten der sonst ganz albinotischen Triebe vorkommen, vgl. S. 992.

E. Es wurde auch umgekehrt der Blütenstaub rein weißer Äste zu Bestäubungen verwendet.

Weißbunte *pseudoleucodermis* gab mit solchem Pollen (von Ästen desselben Stockes) im einen Versuch (293, Klon D) 1 grünen und 2 albinotische

Tabelle 9.
Nachkommen rein weißer Äste der *pseudoleucodermis*-Pflanze bei Fremdbestäubung.

Vers.	Pflanze	bestäubt mit	grüne Keimlinge
300	H	<i>leucod.</i> weißbunt	14
301	H	<i>typica</i> R	13
487	F	<i>leucod.</i> grüner Trieb	3
488	F	<i>typica</i> R	1

Sämlinge, im andern Versuch (482, Klon F) 2 albinotische Sämlinge. Das Ergebnis ist also das gleiche wie bei Selbstbestäubung der weißbunten Äste.

F. Bei der Bestäubung der *typica* R mit dem Pollen der

weißen Äste erhielt ich das eine Mal (Versuch 312, Pollen von Klon D) 49 grüne Sämlinge, das andere Mal (Versuch 496, Pollen von Klon F) 101 grüne Sämlinge und einen albinotischen. Einer der grünen brachte im zweiten Jahr neben vielen rein grünen auch einen rein weißen Trieb hervor.

Die weißen Äste verhalten sich also, soweit meine Beobachtungen reichen, genetisch genau wie die weißbunten derselben Stöcke, sowohl was die weiblichen als was die männlichen Keimzellen anbetrifft.

3. Rein grüne Triebe.

G. Der Erfolg der Selbstbestäubung war gering; es wurden aber nur grüne Keimlinge erhalten, das eine Mal 13 (Versuch 914, Klon F bestäubt mit Klon D), das andere Mal 15 (Versuch 489, Klon F selbstbestäubt), zusammen also 28.

H. Wie die grünen Äste ferner auch bestäubt wurden, stets war die Nachkommenschaft grün wie bei den entsprechend bestäubten weißbunten Ästen (Tabelle 10, links), und ebenso waren die Bastarde (fast ausnahmslos) grün, wenn ihr Pollen zu Bestäubungen verwendet wurde (Tabelle 10, rechts).

Tabelle 10.
Nachkommen rein grüner Äste der *pseudoleucodermis*-Pflanze bei Fremdbestäubung und als Bestäuber.

Die grünen Äste der *pseudoleucodermis*-Pflanze gaben:

♀ Keimzellen						♂ Keimzellen					
Vers.	Klon	bestäubt mit	Gesamtzahl	grün	albin.	Vers.	Pflanze	bestäubt mit	Gesamtzahl	grün	albin.
490	F	<i>leucod.</i> C, bunt	67	67	—	477	<i>leucod.</i> C,				
491	F	<i>leucod.</i> C, grüne Äste	53	53	—	497	grüne Äste <i>typica</i> R	Klon F Klon F	103 102	103 98	— 4
492	F	<i>typica</i> R	68	67	1						

Es ist auffällig, daß die ganz vereinzelt albinotischen Keimlinge stets nur dann beobachtet wurden, wenn die *typica*-Sippe R und der *pseudoleucodermis*-Klon F beteiligt waren. Das traf schon früher bei Vers. 495 und 496 zu, wo der Pollen weißbunter *pseudoleucodermis* und der ihrer rein weißen Äste mit der *typica* R einzelne Albinos gab, und jetzt wieder (Vers. 492, 497). Dies Verhalten bedarf noch der Aufklärung. Die *typica* R hatte nach Selbstbestäubung in einem freilich wenig umfangreichen Versuch (311, mit 48 Keimlingen) nur ihresgleichen hervorgebracht.

Auch hier wurde von einer ganzen Anzahl von Bastarden die zweite Generation hergestellt und aufgezogen. Im folgenden sind die wichtigsten Versuche mitgeteilt.

Nachkommen der Bastarde *f. typica* + bunte Äste der *pseudoleucodermis* - Pflanze.

H. Die zehn aufgezogenen Bastarde aus dem Versuche 46, Klon E bunt + *A. a. ochrida* (S. 1001, Tabelle 8), erwiesen sich, bei teilweise zweimaliger Prüfung, alle als Heterozygoten. Sie brachten 19—22 Prozent blasser, nicht lebensfähiger Keimlinge hervor, die meist ausgesprochene Albinos waren, nicht *chlorotica*. Nur selten waren einige deutlich grünliche darunter.

J. Von Versuch 49, *f. typica* R + *st. pseudoleucodermis* Klon E bunt (S. 1001), wurden 10 Pflanzen wahllos untereinander bestäubt. 8 davon erwiesen sich als Heterozygoten, die etwa $\frac{1}{4}$ bleiche Keimlinge abspalteten, 2 als Homozygoten. Möglicherweise verdankten diese einem Fehler bei der Kastration der *typica*-Blüten ihr Dasein. Vielleicht sind sie auch dadurch entstanden, daß bei dem *st. pseudoleucodermis* einige Pollenkörner normal geworden waren, worauf das unter A geschilderte Verhalten des *st. pseudoleucodermis* bei Selbstbestäubung (S. 1000) hinweist.

Tabelle 11.

F₂ des Bastardes *pseudoleucodermis*, bunt, ♀ + *typica* (*ochrida*) ♂.

Pflanze	1. Versuchsreihe					2. Versuchsreihe				
	Vers.-Nr.	Gesamtzahl	grün	albinot.	Prozente	Vers.-Nr.	Gesamtzahl	grün	albinot.	Prozente
A	258	84	64	20	24	420	72	46	26	36
B	259	77	63	12	26	421	75	60	15	20
C	260	58	52	16	10	422	50	37	13	26
D	261	96	73	23	24	423	94	73	21	22
E	262	47	38	9	19	424	90	78	12	13
F	263	83	72	11	13	425	78	66	12	15
G						426	47	39	8	17
H	264	99	83	16	16	427	88	69	19	22
J	265	63	46	17	27	428	57	43	14	25
K	266	93	73	20	22					
Zusammen:		700	564	134	19		651	511	140	22

Nachkommen der Bastarde rein weiße Äste der *pseudoleucodermis*-Pflanze + *f. typica*.

K. Als Vers. 301 waren Blüten eines weißen Triebes des Stockes H mit Pollen der *typica* R bestäubt worden und hatten 13 grüne Sämlinge gegeben (S. 1002). Diese wurden untereinander bestäubt und stellten sich nach ihrer Nachkommenschaft sämtlich als Heterozygoten heraus.

Tabelle 12.

Nachkommen der Bastarde *st. pseudoleucodermis* weiß ♀ + *f. typica* ♂¹⁾.

Pflanze	Vers.	Gesamtzahl	grün	albin.	in Prozent	Pflanze	Vers.	Gesamtzahl	grün	albin.	in Prozent
301 A	589	98	77	21	21	301 H	596	99	79	20	20
B	590	97	65	32	33	J	597	96	69	27	28
C	591	95	73	22	23	K	598	96	77	19	20
D	592	98	82	16	16	L	599	99	78	21	21
E	593	99	79	20	20	M	600	100	84	16	16
F	594	98	76	22	22	N	601	95	69	26	27
G	595	98	79	19	19	Zusammen:		1268	987	281	22,2

Nach den mitgeteilten Versuchen müssen wir annehmen, daß bei dem *pseudoleucodermis*-Zustand zwischen der weißen Haut und dem grünen Gewebekern ein Unterschied in den erblichen Anlagen, im Genotypus, vorhanden ist. Die weißbunte Pflanze, respektive deren weiße Haut, aus der auch die Keimzellen hervorgehen, verhält sich ganz so, wie sich ein erblicher, abgespaltener Albino-Sämling verhalten würde, der zur Weiterentwicklung und Keimzellbildung gebracht worden wäre²⁾. Die normale Ausbildung der Chloroplasten wird durch das Vorhandensein oder Fehlen eines Genes gehindert, dessen Sitz wir in den Kernen suchen müssen, und das unter bestimmten Umständen, in den Zellen der Scheidewand des Fruchtknotens und in den Samenanlagen und jungen Samenschalen, nicht oder nicht voll wirksam wird.

Es liegt sehr nahe, anzunehmen, daß diese Beschaffenheit des Idioplasmas in den Zellen der subepidermalen Schicht nicht nur das Verhalten der Nachkommenschaft, sondern auch gleich das Aussehen der weißen Schicht selbst bestimmt, die diese Nachkommenschaft hervorbringt. Demnach wäre nicht bloß das Aussehen der Keimlinge, sondern auch das Aussehen der subepider-

¹⁾ Ausgesät wurden je 100 Samen von jedem Bastard.

²⁾ Ein Aufziehen der *albinotica*-Sämlinge durch Pfropfen auf eine normale Unterlage ist bei ihrer Zartheit wohl kaum möglich. — Ich benütze die Gelegenheit, um mitzuteilen, daß ich die *xantha*-Sämlinge der *Mirabilis Jalapa*, die nur auf *typica* gepfropft am Leben blieben und weiterwuchsen (1918, S. 237, G. A. 43, 895), inzwischen gut zum Blühen und auch zum Fruchten bringen und so zu Versuchen verwenden konnte.

malen Schicht genotypisch (nicht phänotypisch, wie bei der *leucodermis*-Sippe) bedingt und beruhte auf der gleichen Ursache.

Der grüne Gewebekern dagegen hat die normalen Anlagen zur Chlorophyllbildung, wenn man aus dem Verhalten der rein grünen Äste bunter Pflanzen auf sein Verhalten schließen darf.

Es sind demnach Haut und Innengewebe nicht bloß phänotypisch, sondern auch genotypisch verschieden. Man kann sich vorstellen, daß eine albinotische Homozygote (wie sie der Bastard *typica* + *albinotica* abspaltet) zwar die weiße Haut behalten, aber einen grünen Gewebekern bekommen hat und dadurch existenzfähig geworden ist, oder daß eine *typica*-Homozygote eine weiße Haut bekommen hat, oder daß eine Heterozygote *typica* + *albinotica* vegetativ aufgespalten wurde. So oder so muß bei Bildung der *pseudoleucodermis*-Periklinalchimäre eine dauernde Änderung des Genotypus, wenn man will, eine Mutation, eingetreten sein, denn sie liefert einen mendelnden Charakter.

Völlig unwiderruflich ist diese Ansicht jedoch nicht.

Wie im Rand der Kelchblätter bei den rein weißen Trieben inselartig grüne Gewebestreifen auftreten, treten wahrscheinlich auch an den Plazenten einzelne Samenanlagen auf, die nicht nur eine grüne subepidermale Zellschicht, sondern auch eine Eizelle mit der *typica*-, nicht der *albinotica*-Anlage enthalten, wie es sonst der Fall ist. Vielleicht entstehen auch entsprechend in „grün“ veränderte Pollenkörner. Würden etwa 9 Prozent derartiger normal gewordener Keimzellen gebildet, so ließen sich darauf die 17 Prozent grüner Sämlinge zurückführen, die bei der Selbstbefruchtung der bunten *pseudoleucodermis*-Triebe entstanden (S. 1000). Ebenso die zwei grünen Homozygoten unter den 20 Bastarden zwischen *f. typica* und *st. pseudoleucodermis* (Vers. 46 und 49, S. 1003). Auffallen muß dagegen, daß, wie wir noch sehen werden, all die Bastarde mit dem *st. leucodermis* (der genetisch *typica* + *chlorotica* ist) Heterozygoten waren (siehe unten).

Die Vorstellung, daß die Haut des *st. pseudoleucodermis* genetisch eigentlich ein Albino ist, steht und fällt, wie andere, mit der Annahme, daß jene Keimzellen, die bei der Befruchtung beteiligt sind, eine richtige Probe aller gebildeten Keimzellen darstellen und ebenso die Keimlinge eine richtige Probe aller gebildeten Embryonen. Bewiesen ist sie nicht, es spricht aber auch nichts gegen sie¹⁾.

III. Die Bastarde zwischen dem Status *leucodermis* und dem Status *pseudoleucodermis*.

Die erste Generation ist schon beschrieben worden. *Leucodermis* ♀ + *pseudoleucodermis* ♂ gibt (S. 994) nur albinotische Sämlinge, die umgekehrte Verbindung, *pseudoleucodermis* ♀ + *leucodermis* ♂, nur grüne

¹⁾ Vgl. dazu CORRENS 1902 und vor allem RENNER 1917 und CORRENS 1918.

(S. 1000), obwohl *leucodermis* genetisch eine *typica* + *chlorotica*, *pseudoleucodermis* eine *albina* ist.

Es konnte nur von der zweiten Verbindung die zweite Generation gezogen werden. Da sie mir besonders wichtig schien, waren sämtliche fünf Klone des *st. pseudoleucodermis* mit dem Pollen der *leucodermis* C bestäubt worden (S. 1001), und es wurden auch von allen fünf Verbindungen Bastarde großgezogen und innerhalb jeder Verbindung gegenseitig bestäubt. Sie erwiesen sich ausnahmslos — zusammen 161! — als Heterozygoten, die annähernd $\frac{1}{4}$ bleiche Keimlinge abspalteten, und zwar deutlichst *albinotica* und *chlorotica* neben zahlreichen fraglichen. Ganz einzeln traten sektorial bunte Sämlinge auf (Fig. 5).

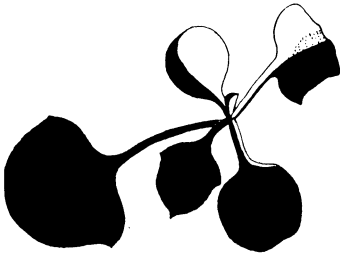


Fig. 5. Sektorial weißbunter Keimling der *Arabid albida* aus Versuch 524. Vergr. 2,5 : 1. Dr. O. Römergez.

Im nachfolgenden bringe ich wenigstens für einen Versuch (44) die Einzelergebnisse in Tabellenform (S. 1007), zugleich mit den Resultaten, die die Bestäubung der — natürlich kastrierten — Blüten derselben Bastardpflanzen mit dem Pollen ihrer beiden Eltern — *pseudoleucodermis*, Klon D, bunt und *leucodermis* C, bunt — gegeben hat¹⁾.

Man sieht zunächst, die Inzucht hat stets neben grünen auch bleiche Sämlinge gegeben, im Durchschnitt sehr annähernd 25 Prozent. — So leicht die Unterscheidung der beiden bleichen Keimlingstypen ist, wenn man z. B. nach Selbstbestäubung die Nachkommenschaft eines grünen Astes einer *leucodermis*-Pflanze mit der eines bunten Astes einer *pseudoleucodermis*-Pflanze

Tabelle 13.

Genotypus der Bastarde zwischen *st. pseudoleucodermis* bunt ♀ und *st. leucodermis* bunt ♂, nach dem Verhalten bei Inzucht.

Versuchsnummer	Bastarde	Gesamtzahl	Nach den Nachkommen sind	
			Homoz.	Heteroz.
30	D + C	49	—	49
291	D + C	25	—	25
44	E + C	22	—	22
297	F + C	22	—	22
298	G + C	22	—	22
299	H + C	21	—	21
Zusammen :		161	—	161

¹⁾ Sehr auffällig war, wieviel besser die Bastarde mit dem *leucodermis*-Elter als mit dem *pseudoleucodermis*-Elter ansetzten. Es spricht sich das in der Tabelle 14 im Umfang der einzelnen Versuche aus.

vergleicht, so unsicher ist ihre Abgrenzung bei der Nachkommenschaft des Bastardes beider Periklinalchimären, wohl wegen der heterozygotischen Natur eines Teiles der Nachkommen. Immerhin könnte das Verhältnis 1 „gute“ *chlorotica*: 2 schwächere *chlorotica*: 1 *albinotica* vorliegen.

Tabelle 14.

Nachkommen der Bastarde *st. pseudoleucodermis* ♀ + *st. leucodermis* ♂⁷ bei (Selbstbestäubung und) Inzucht und bei Bestäubung mit dem Pollen der Eltern.

Ver- suchs- pflanze	Mit den Nachbarn bestäubt			Bestäubt mit dem Elter D (<i>pseudoleuc.</i>)			Bestäubt mit dem Elter C (<i>leucodermis</i>) entweder			oder	
	grün	blaß	Prozent	grün	blaß	Prozent	grün	blaß	Prozent	grün	blaß
44 A	154	28	15	5	5	50				79	—
B	117	21	15	28	3	9,7				82	—
C	149	43	22	5	12	71				101	—
D	—	—	—	3	6					95	—
E	113	66	37	2	5		132	30	19		
F	145	39	21	12	10	45				86	—
G	130	36	22	3	2		68	14	17		
H	12	1	8	1	—	—	15	6	29		
J	141	29	17	3	—	—				80	—
K	130	66	34	22	4	15	147	33	18		
L	43	14	25	6	4	40				86	—
M	103	66	39	5	6	55	132	57	30		
N	146	33	18	4	2		98	29	23		
O	143	48	25	24	14	37	149	43	22		
P	—	—	—	2	1		25	12	32		
Q	116	44	28	1	1		29	3	9		
R	24	14	37	4	3		110	29	21		
S	147	39	21	4	2					92	—
T	148	42	22	8	7	47				62	—
V	135	63	32	2	—	—	151	39	21		
X	154	31	17	10	10	50	33	7	18		
Y	124	53	30	13	7	35	83	32	28		
Zus.:	2374	776	24,64	167	104	38,4	1370	334	19,6	760	—

Ebenso sind durch die Bestäubung mit dem Pollen des *pseudoleucodermis*-Elter stets mehr oder weniger viel blasse Sämlinge entstanden, zum Teil auffallend viel, öfters etwa 50 Prozent. Die Zahlen sind freilich meist sehr klein. Einerseits waren es sicher *albinotica*, andererseits fragliche *chlorotica*.

Die Bestäubung mit dem Pollen des *leucodermis*-Elters hat dagegen ein zwifaches Resultat gegeben. Ein Teil der F1-Pflanzen — 13 an der Zahl — gab neben grünen ebenfalls mehr oder weniger viel blasse Sämlinge, und zwar, soweit sich das bestimmen ließ, lauter *chlorotica*, im Durchschnitt etwa 20 Prozent. Ein Teil — 9 — gab dagegen nur grüne Sämlinge.

Denkt man aber daran, daß das *leucodermis*-Elter genetisch eine *chlorotica*-abspaltende Heterozygote ist, und zwar eine Monohybride, so erklärt sich das

Auftreten von zweierlei Bastarden ohne weiteres. Es ist dann eher auffallend, daß sich diese zweierlei Bastarde bei der Inzucht und der Bestäubung mit dem *leucodermis*-Elter nicht (deutlicher) verraten als, wahrscheinlich, in der Prozentzahl abgespaltener bleicher Keimlinge.

Da die Keimzellen des *pseudoleucodermis*-Zustandes (fast) alle die *albinotica*-Anlage, die des *leucodermis*-Zustandes zur Hälfte die *chlorotica*-Anlage enthalten, die Bastarde aber alle grün sind, müssen die Keimzellen des einen Zustandes ein Gen enthalten, das mit einem Gen des anderen Zustandes zusammen grün gibt, sooft *albinotica*- und *chlorotica*-Keimzellen zusammentreffen¹⁾. Dies Verhalten beweist nochmals, daß *albina* und *chlorotica* wirklich zwei genetisch verschiedene Sippen sind und nicht etwa Modifikationen desselben Genotypus.

Im besonderen sind die Verhältnisse offenbar recht kompliziert und bei der starken Neigung zur Selbststerilität auch nur allmählich zu klären. Ich gehe auf meine einschlägigen Versuche noch nicht ein.

IV. Die Entstehung neuer Periklinalchimären. Der chlorotidermis- und chlorotipyrena-Zustand.

A. Eine neue pseudoleucodermis.

Bei Versuch 44 — *pseudoleucodermis*-Pflanze E, bestäubt mit *leucodermis* C (S. 1001) — war unter anderm eine grüne Pflanze, B, entstanden, an der im

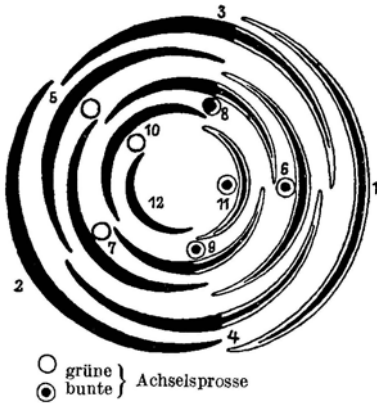


Fig. 6. Grundriß eines sektorial und periklinal zu $\frac{2}{5}$ weißbunten Sprosses der *Arabis albid*a.

zweiten Jahr (1916) einer von den 5 Haupttrieben sektorial bunt war. (Im ersten Jahr war an dem Sämling nichts aufgefallen, wahrscheinlich war er schon damals schwach bunt gewesen.) Der bunte Trieb stellte sich zu $\frac{2}{5}$ des Umfanges als eine weißhäutige Periklinalchimäre, zu $\frac{3}{5}$ homogen grün dar. Die Seitentriebe waren, je nach dem Blatt, zu dem sie gehörten, ganz grün, ganz bunt oder sektorial grün und bunt. Fig. 6 gibt einen Grundriß des Sprosses zur Zeit, als er bemerkt wurde.

Die übrigen, rein grünen Haupttriebe gaben, wie schon in Tabelle 14, S. 1007 mitgeteilt wurde, mit den Nachbarpflanzen bestäubt, also bei Inzucht, auf 117 grüne 21 blasse Sämlinge, also 15 Prozent, mit dem *st. pseudoleucodermis* (Klon D statt E) auf 28 grüne 3 blasse Säm-

¹⁾ Die Annahme, daß die Kombination *albinotica* + *chlorotica* nicht gelingt oder keine reifen Samen mit keimfähigen Embryonen liefert, halte ich für ganz ausgeschlossen. Sie soll aber doch noch geprüft werden.

Tabelle 15.

Bestäubungsversuche mit dem sektorial weißhäutigen Sproß von Pflanze 44 B.

Vers.- Nr.	P ₁ ♀ (Keimzellen)	P ₁ ♂ (Keimzellen)	F ₁			
			Gesamt- zahl	grün	blaß	Prozent
466	44 B bunt	44 B bunt	13	2	11	85
467	„	?	15	8	7	47
463	„	<i>pseudoleucod.</i> D bunt	9	4	5	56
465	„	„ F weiß	18	6	12	66
464	„	<i>leucodermis</i> C bunt	79	79	—	—
479	<i>leucodermis</i> C ♂ grün	44 B bunt	97	97	—	—
468	44 B sekt. bunte Schoten	?	10	5	5	50
469	44 B grün	44 B grün	41	33	8	20
470	„	<i>leucodermis</i> C bunt	10	10	—	—

linge, also 10 Prozent und mit dem *st. leucodermis* C nur 82 grüne und keinen blassen Sämling.

Die Ergebnisse der Bestäubungsversuche am und mit dem sektorialbunten Trieb sind in Tabelle 15 zusammengestellt. Die Pflanze war ziemlich stark selbststeril.

Es ist wohl klar, daß die an dem Sämling *pseudoleucodermis* + *leucodermis* — und zwar an einem, der mit *leucodermis* nur grüne Nachkommen gab — entstandene, neue Periklinalchimäre eine *pseudoleucodermis* ist. Denn die Selbstbestäubung gibt vorwiegend Albinos, die Bestäubung mit der alten *pseudoleucodermis* Albinos und grüne Sämlinge, die mit *leucodermis* nur grüne.

Ein besonders schöner bunter Seitentrieb wurde abgelöst und als Steckling behandelt. Die daraus gezogene, kräftige Pflanze hat aber weder 1918 noch 1919 geblüht.

B. Status chlorotidermis und *st. chlorotipyrenus*.

Bei Versuch 26 — grüner Klon der *leucodermis*-Pflanze C, bestäubt mit bunter *pseudoleucodermis*, Klon D — waren (S. 1001) außer 77 ganz grünen Sämlingen auch 3 aufgetreten, die deutlich bunt waren. Einer wurde bald ganz grün, zwei blieben aber wenigstens teilweise bunt, und zwar auf gelbgrünem, *chlorina*-artigem Grund typisch grün, so daß ich zuerst eine *variegata*-Sippe erhalten zu haben glaubte. Es stellte sich aber bald heraus, daß das Gelbgrün nicht mit echter *chlorina*, sondern mit der *chlorotica* übereinstimmte, wie sie uns aus der Nachkommenschaft der *leucodermis*-Pflanzen bekannt ist. — Ursprünglich waren die Keimlinge mehr oder weniger sektorial bunt gewesen; die Seitensprosse wurden aber bald teilweise zu Periklinalchimären. Dementsprechend traten auch rein grüne und *chlorotica*-Triebe auf.

Es war also ein neuer Periklinalchimären-Typus entstanden, der *status chlorotidermis*¹⁾ heißen mag und sich von *st. leucodermis* und *st. pseudo-leucodermis* von vornherein eben dadurch unterscheidet, daß seine „Haut“ nicht albinotisch, sondern chlorotisch ist. Der anatomische Bau ist ganz der gleiche, nur sind in den hellgrünen Teilen die Chloroplasten, statt fast oder ganz farblos und später desorganisiert, nur kleiner, blaßgrün und desorganisieren sich nur zum Teil. Die Grenze dem normal grünen Gewebekern gegenüber ist nicht immer ganz scharf; den Übergang vermitteln Zellen mit größeren, schöner grünen Chloroplasten, als sie die *f. chlorotica* hat. — Mit dem Alter wird der Gegensatz zwischen hell- und dunkelgrün schärfer, zuletzt, wenn die Chloroplasten desorganisiert sind, kann ein solches Blatt einem weißhäutigen recht ähnlich aussehen.

Näher untersucht wurde nur eine Pflanze; auch sie zeigte ziemlich starke Selbststerilität. Der Erfolg einiger Bestäubungsversuche ist in Tab. 16 mitgeteilt.

Tabelle 16.

Bestäubungsversuche mit der ersten *chlorotidermis* - Pflanze.

Vers.- Nr.	P ₁ ♀ (Keimzellen)	P ₁ ♂ (Keimzellen)	F ₁				
			Gesamt- zahl	grün	bunt	blaß	Prozent
499	<i>chlorotidermis</i> bunt	<i>chlorotidermis</i> bunt	6	4	1	1	17
322	„	s. s. überlassen	2	1	—	1	—
320	„	<i>pseudoleucodermis</i> bunt Klon F	22	3	12	7	32
321	„	„	55	16	11	28	51
323	<i>chlorotidermis</i> , grüner Ast	s. s. überlassen	10	6	—	4	40

So lückenhaft die Versuche einstweilen auch noch sind, eins ist schon sicher: der *chlorotidermis*-Zustand verhält sich genetisch mehr wie der *pseudoleucodermis*- als wie der *leucodermis*-Zustand. Denn die *chlorotica*-Eigenschaft wird nicht direkt durch das Plasma der Eizelle weitergegeben.

Nicht recht verständlich ist einstweilen, daß die *chlorotidermis* mit der *pseudoleucodermis* nicht nur grüne Sämlinge gegeben hat, wie man nach dem Ausfall der Verbindung *pseudoleucodermis* + *chlorotica* (der Hälfte der Bastarde *pseudoleucodermis* + *leucodermis*, S. 1000) erwarten konnte.

Auffallend ist ferner die große Zahl (sektorial) *chlorotica*-bunter Sämlinge nach dieser Bestäubung (Versuch 320, 321). 25 wurden aufgehoben. Die

¹⁾ Der kürzere Name *chlorodermis* soll für den noch nicht beobachteten, aber immerhin möglichen Zustand zurückgestellt bleiben, der über einem normal grünen Kern eine richtige *chlorina*-Haut hat. — Da sich der *chlorotidermis*-Zustand ferner genetisch, wie oben gezeigt werden wird, wie eine *pseudoleucodermis*-Periklinalchimäre verhält, hätte es etwas für sich gehabt, sie *pseudochlorotidermis* zu nennen, um das gleich im Namen auszudrücken.

Mehrzahl war das Jahr darauf ganz grün, nur sechs blieben bunt, zwei schwach und vier stark, und an ihnen traten, neben der gewöhnlichen Scheckung und ganz grünen und ganz *chlorotica*-Trieben, Äste auf, die Periklinalchimären waren, wieder solche mit blasser Haut und grünem Kern, also *chlorotidermis*, und daneben die Umkehrung mit grüner Haut und blassem Kern, also *chlorotipyrena*. Beides kam an derselben Pflanze (z. B. 321 C und F) vor, mit allerlei Kombinationen, z. B. *chlorotica*- und *chlorotipyrena*-Sektoren, nebeneinander.

Es wurden eine Anzahl Bestäubungen ausgeführt, deren Ergebnis in der folgenden Tab. 17 zusammengestellt ist, soweit sie eine größere Nachkommenschaft gegeben haben.

Tabelle 17.

Bestäubungsversuche mit den *chlorotica*-bunten Sämlingen aus Versuch 321 und 322.

Vers.- Nr.	P ₁ ♀ (Keimzellen)	P ₁ ♂ (Keimzellen)	F ₁				Prozent
			Gesamt- zahl	grün	bunt	blaß	
905 bis 907	<i>chlorotiderm.</i> F	<i>chlorotiderm.</i> F	20	3	1	16 (c)	80
908							
910 911	<i>chlorotimacul.</i> F	<i>chlorotimacul.</i> F	38	37	1	— —	—
901							
902	„ D	„ F	21	13	3	5 (c)	24
904	„ D	„ D	26	12	2	12 (8 a 4 c)	46
909	„ F	„ D	7	2	1	4 (c)	57
896 897	<i>chlorotipyren.</i> C	<i>chlorotipyren.</i> C	23	18	—	5 (c)	22
893							
900	grün B	grün B	55	43	—	12 (a)	22
899	„ C	„ C	29	20	—	9 (c)	31
903	„ C	„ F	49	49	—	— —	—
913	„ D	„ F	20	20	—	— —	—
914	„ F	„ F	16	16	—	— —	—
	„ F	„ D	15	15	—	— —	—

a = *albinotica*- } Keimlinge.
c = *chlorotica*- }

Nach dem erblichen Verhalten der grünen Triebe sind die bunten Pflanzen fast alle Heterozygoten, die außer *typica* entweder *albinotica* (B) oder *chlorotica* (C) oder beides (D) abspalten¹⁾. Nur eine Pflanze (F) ist wohl sicher eine *typica*-Homozygote.

Die gefleckt bunten Triebe bringen, in schwankendem Verhältnis, grüne und *chlorotica*-Sämlinge hervor, neben einigen bunten. Vielleicht liegt eine Parallelform zur *albomaculata*-Sippe, eine *chlorotimaculata*, vor; dieser Punkt bedarf noch besonders der Nachprüfung.

¹⁾ Bei ihrer Abstammung (*leucodermis* grün + *pseudoleucodermis*) ist das nicht weiter wunderlich.

Die *chlorotidermis* gibt also, wie eine *pseudoleucodermis*, bei (Inzucht und Selbstbestäubung ganz überwiegend blasse, hier aber *chlorotica*- (nicht *albinotica*-)Nachkommen.

Die *chlorotipyrena* verhält sich wie die ganz grünen Teile (weil ihre Keimzellen aus Schichten normalgrünen Gewebes stammen).

Die Fortsetzung der Versuche hat also die Annahme, daß die *f. chlorotidermis* eine Parallelform zu der *f. pseudoleucodermis* sei, bestätigt.

Ich verzichte darauf, schon an dieser Stelle die drei *Arabis*-Periklinalchimären untereinander und mit BAUR's *st. albotunicatus* zu vergleichen und verweise auf den Schluß der Abhandlung, wo das nach Besprechung eines vierten Periklinalchimären-Typus geschieht.

Auf die Existenz noch eines Periklinalchimären-Typus bei *Arabis albida* weist vielleicht eine Beobachtung von DE VRIES hin (1901, S. 613), wenn die dort besprochene weißbunte *Arabis alpina* wirklich eine Periklinalchimäre war¹). Er gibt an, die Nachkommenschaften bunter und grüner Zweige nach künstlicher Isolierung getrennt aufgezogen und von den bunten Zweigen 90 Prozent, von den grünen 2—10 Prozent „bunte und chlorophyllose“ Keimlinge erhalten zu haben. Hätte der *st. leucodermis* vorgelegen, so hätten die bunten Zweige nur chlorophyllose Keimlinge geben dürfen; hätte es sich um unseren *st. pseudoleucodermis* gehandelt, so hätten die grünen Zweige nur grüne Keimlinge geben dürfen. Vielleicht lag eine Parallelform zu dem *pseudoleucodermis*-Zustand vor aber, statt mit einem homozygotisch grünen mit einem heterozygotisch weiß + grünen Kern, und zwar dem einer Dihybride mit zwei Faktoren für Grün, von denen jeder für sich schon typisches Grün gibt. So erklärten sich die 2—10 Prozent weißer Sämlinge in der Nachkommenschaft der grünen Zweige; verlangt wären 6,25 Prozent.

2. *Aubrietia „graeca“ leucodermis* und *A. „purpurea“ leucodermis*.

Die *Aubrietia „graeca“* (Pflanze A) und ihre weißbunte Form „*foliis variegatis*“ (Pflanze B) war von der Firma G. Arends in Ronsdorf (Rheinland) bezogen worden, *A. purpurea* (Pflanze C) von Otto Mann in Leipzig und die weißbunte *A. pu. „foliis variegatis“* von Haage und Schmidt in Erfurt. Für die richtige Bestimmung innerhalb der Gattung kann ich keinerlei Bürgschaft übernehmen. Die beiden Pflanzen A und B gehörten entschieden zusammen,

¹) Stutzig kann die große Leichtigkeit (a. a. O. S. 614) machen, mit der diese Art „Knospenvariationen hervorbringt, sowohl bunte Zweige aus grünen, als auch grüne aus bunten. Das erstere Verhalten habe ich an einmal grün gewordenen nie beobachtet“.

C und D waren dagegen, auch abgesehen von der Färbung der Blätter, sicher verschieden. So hatte C Schötchen mit lanzettlicher, spitzer, D solche mit viel breiterer, länglicher, stumpfer Scheidewand.

Die Fruchtbarkeit mit eigenem Pollen war bei A und B ziemlich gut, bei C und D fast null oder null.

Beide weißbunten Sippen, B und D, waren ganz typische Periklinalchimären, genau wie der *leucodermis*-Zustand der *Arabis albida*. Auch die Verteilung von Weiß und Grün an den Schötchen entsprach der an den Schoten der *Arabis albida leucodermis*: Entlang der Ansatzstelle der Scheidewand zog sich das Grün bis zur Basis des farblosen Griffels hinauf, wenn auch oft nur als ganz schmaler Streifen, während das Weiß umgekehrt auf den Klappen bis fast zur Basis des Schötchens ging, mehr oder weniger in Längsstreifen aufgelöst.

Rein weiße Triebe wurden wiederholt bei beiden bunten Sippen gefunden, kamen aber nie zum Blühen; rein grüne fanden sich bei der Sippe B. Zwei kamen zur Blüte und wurden als Stecklinge weitergezogen; sie blieben konstant grün.

In Tab. 18 sind die einzelnen Versuche, die ich mit den vier Sippen angestellt habe, und ihre Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 18.

Bestäubungsversuche mit den grünen (A, C) und weißbunten (B, D) *Aubrietia*-Sippen.

Vers.- Nr.	P ₁		F ₁		Vers.- Nr.	P ₁		F ₁	
	♀ Keimz.	♂ Keimz.	grün	weiß		♀ Keimz.	♂ Keimz.	grün	weiß
1, 4, 7	A grün	A grün	50	—	8	A grün	B bunt	75	—
20	C grün	C grün	1	—	10	A grün	D bunt	38	—
5	A grün	C grün	34	—	19	C grün	B bunt	95	—
6	C grün	A grün	206	—	21	C grün	D bunt	92	—
14	B bunt	B bunt	—	17	13	B bunt	A grün	—	14
24	D bunt	B bunt	—	83	23	D bunt	A grün	—	23
—	D bunt	D bunt	—	—	25	D bunt	C grün	—	25
					18	B grüne Äste	B grüne Äste	96	—
					15	B grüne Äste	B bunte Äste	58	—
					16, 17	B grüne Äste	D bunt	178	—
					12	A grün	B grüne Äste	9	—
					26	D bunt	B grüne Äste	—	6

Beide grünen und beide weißbunten Sippen verhalten sich offenbar in allen uns hier interessierenden Punkten völlig gleich, so verschieden sie sonst sind.

Die grünen Sippen, sicher A und wohl auch C, bringen nur ihresgleichen hervor, sind also Homozygoten.

Die Periklinalchimären B und D geben nur gelblichweiße, nicht lebensfähige Sämlinge, wie immer sie auch bestäubt werden mögen. Ihr Pollen überträgt die Weißkrankheit dagegen nicht, wenigstens nicht direkt; er gab bei allen Bastardierungen mit den grünen Sippen nur grüne Nachkommen. Die Weißkrankheit wird also durch das Plasma der Eizelle übertragen.

Die grün gewordenen Äste der bunten Sippe B endlich verhielten sich in allem genau wie die grüne Sippe A, waren also *typica*-Homozygoten, sowohl wenn sie die weiblichen als wenn sie die männlichen Keimzellen für eine Verbindung lieferten.

Obschon nun die zweite Generation der Bastarde normal grün ♀ + weißbunt ♂ noch nicht aufgezogen worden ist, unterliegt es kaum einem Zweifel, daß die beiden weißbunten *Aubrietia*-Sippen völlige Parallelformen zu der *leucodermis*-Sippe der *Arabis albida* sind, nicht nur im Bau, wie wir schon sahen, sondern auch im genetischen Verhalten. Der einzige Unterschied ist der, daß der Gewebekern hier eine *typica*-Homozygote ist, während er bei der *Arabis albida leucodermis* eine Heterozygote *typica* + *chlorotica* ist. Auf diesen Punkt will ich einstweilen nicht zuviel Gewicht legen. Denn die Bildung der Periklinalchimären trifft ja bei beiden Gattungen, *Aubrietia* und *Arabis*, nach unserer Annahme nicht die genetische Veranlagung der Zellen (wie bei dem *pseudoleucodermis*-Zustand), sondern direkt den Zellinhalt, ausschließlich des Kernes. Das Material, aus dem die Chimären entstehen, spielt dabei vielleicht gar keine wesentliche Rolle. Darum, und um die Nomenklatur nicht zu schwerfällig zu machen, sollen die Periklinalchimären der beiden bunten *Aubrietia*-Sippen einfach auch *st. leucodermis* heißen, wie es in der Überschrift des Absatzes schon geschehen ist.

3. *Mesembryanthemum cordifolium albopelliculatum*.

Von dieser bunten Sippe erhielt ich durch die Firma Haage und Schmidt 1914 Pflanzen unter dem Namen *M. c. foliis variegatis*. Zum Vergleich zog ich die typisch grüne Sippe aus Samen, die aus derselben Quelle stammten; von 40 unter sich gleichen Sämlingen wurde ein halbes Dutzend großgezogen.

Die Blätter des *albopelliculatus*-Zustandes sehen ganz denen eines *leucodermis*- oder *albotunicatus*-Zustandes gleich. Sie sind vom Rande aus mehr oder weniger weit weißlich gefärbt, gewöhnlich mit nicht sehr deutlichen Abstufungen. Der Querschnitt lehrt, daß unter der Epidermis beidseitig eine weiße Haut verläuft, die oberseits — um eine Zellschicht — dicker zu sein pflegt als unterseits und stufenförmig gegen den weißen Rand zunimmt. Die Epidermis ist normal, denn die Spaltöffnungen haben normale, chlorophyllführende Schließzellen.

Diesem Bilde des Blattquerschnittes entspricht das des Stengelquer- oder -längsschnittes nicht recht. Die subepidermale Schicht führt hier zwar

kleinere, aber noch entschieden grüne Chloroplasten, so daß sie sich lange nicht so auffällig von dem tiefer liegenden normalen Gewebe abhebt, wie im Blatt die entsprechenden farblosen Schichten von dessen grünem Kern. Das ist besonders deutlich, wenn man radiale Längsschnitte¹⁾ durch nicht zu alte Stengel mit Querschnitten durch die darüberstehenden, also etwas jüngeren Blätter vergleicht. Man würde die Stengelschnitte kaum für Schnitte durch eine Periklinalchimäre halten, besonders da auch bei der *f. typica* die Chloroplasten der Rindenzellen nach außen merklich kleiner werden.

Die Kelchblätter verhalten sich im wesentlichen wie die Laubblätter; wo sie zusammenstoßen, kann ein weißlicher Streifen noch auf die halbe Länge am unterständigen Fruchtknoten herablaufen. — Die Samenanlagen und Plazenten sind von denen der *f. typica* nicht zu unterscheiden.

Das Grün des *st. albopelliculatus* ist deutlich heller als das der typischen Sippe, die Chloroplasten sind kleiner, die Stärkemenge, die unter gleichen Bedingungen gebildet wird, viel geringer. Es sieht ganz so aus, als ob die Weißbuntheit bei einer *chlorina*-Sippe aufgetreten wäre. Die Nachkommenschaft des Bastardes *typica* + *albopelliculata* spricht aber nicht dafür (S. 1016), und so ist die *chlorina*-Ähnlichkeit wohl nur als Folgeerscheinung der schlechten Ernährung, also als nicht erbliche Modifikation aufzufassen.

Ich habe an meinem, freilich nicht sehr reichlichen Material weder rein weiße noch rein grüne Triebe gefunden; sie treten also mindestens nicht häufig auf.

Beide Pflanzen, die *f. typica* und der *st. albopelliculata* sind selbstfertil; isolierte Blüten setzen auch ohne Nachhilfe gut an. Die Kastration muß ziemlich frühzeitig, wenn die Petalen einige mm zwischen den Kelchblättern hervorsehen, und sehr sorgfältig ausgeführt werden; sie gelang mir erst nach einiger Übung.

Die Nachkommenschaft des *st. albopelliculatus* besteht nach Selbstbefruchtung aus Sämlingen mit ausgesprochen hellgelbgrünen Kotyledonen, wie bei einer *chlorina*. Sie werden aber bald, ohne das erste Laubblattpaar weiter zu entwickeln, blasser, selbst weißlich, und gehen alle ein. Darin verhalten sie sich also ganz wie die von vornherein weißen Sämlinge des *st. leucodermis* und unterscheiden sich so von den ebenfalls hellgelbgrünen *chlorotica*-Keimlingen. Um eine kurze Bezeichnung zu haben, sollen derartige Keimlinge, denen wir noch mehrfach begegnen werden, *expallescentes* genannt werden. Eine Aussaat (Vers. 2) gab 42, eine andere (Vers. 5) nach und nach 139 derartige Keimlinge, beide zusammen 181.

Die beiden reziproken Bastarde mit der typischen Sippe verhalten sich verschieden:

¹⁾ Weil die Zellen langgestreckt sind und ziemlich englumig, sind Längsschnitte vorzuziehen. Ich fand es vorteilhaft, sie plasmolysiert zu untersuchen.

I. *St. albopelliculatus* ♀ + *st. typicus* ♂. Sämtliche 12 Sämlinge (Vers. 4) verhielten sich wie die eben beschriebenen, durch Selbstbefruchtung der Muttersippe entstehenden, waren also blaßgrün und nicht lebensfähig.

II. *St. typicus* ♀ + *st. albopelliculatus* ♂. Alle 21 Sämlinge (Vers. 3) waren grün, genau wie die der Muttersippe, oder ihnen doch ganz ähnlich.

Die zweite Generation konnte nur von dieser zweiten Verbindung aufgezogen werden. 14 Individuen wurden zusammen isoliert und sich selbst überlassen; die Samen entstanden so gut wie sicher ausschließlich durch Selbstbestäubung. Von jeder Pflanze wurden die Samen von 6 Kapseln, als Versuch 6—19, ausgesät; die Sämlinge, bis zu 133 in einer Nummer, insgesamt 910, waren alle grün. Bei einigen wenigen schienen die Kotyledonen etwas bunt, so daß ich den *status albopelliculatus* zu erhalten hoffte; die Laubblätter wurden aber immer normal und homogen grün. In der Intensität des Grün waren starke Schwankungen vorhanden, die aber nicht genetisch bedingt, sondern Modifikationen waren. Meine Erwartung, eine *chlorina* auftreten zu sehen, wurde nicht erfüllt¹⁾.

Zusammenfassend können wir sagen: Der *status albopelliculatus* zeigt nur in den Laub- und Kelchblättern das typische Verhalten einer Periklinalchimäre nach Art des *leucodermis*-Zustandes, während die Stengel, die diese weißhäutigen Blätter tragen, mehr normal gebaut sind.

In der Vererbung kommt der *albopelliculatus*- wie der *leucodermis*-Zustand am nächsten dem *st. albomaculatus*, etwa von *Mirabilis Jalapa*, indem der albinotische Zustand nur direkt durch das Plasma der Eizelle übertragen wird, unterscheidet sich aber, wie der *st. leucodermis*, durch das Fehlen bunter und rein grüner Sämlinge, wie sie dort beobachtet werden. Diese Differenz kann durch die verschiedene Verteilung des weißen Gewebes bedingt sein, das bei dem *st. albopelliculatus* bei den Fruchtblättern so gut wie bei den Kelch- und Laubblättern einen Mantel bilden wird, wie bei einem *st. leucodermis* (wenn er sich auch nicht direkt in den Plazenten und Samenanlagen erkennen läßt), und nicht wie bei dem *st. albomaculatus* ein gröberes oder feineres Fleckenmosaik, das sich auch über die Keimzellen erstreckt.

Der *albotunicatus*-Zustand weicht dadurch ab, daß er die Weißbuntheit einerseits auch durch den Pollen überträgt, und andererseits die Verbindung *st. albotunicatus* ♀ + *typicus* ♂ grüne und bunte, nur einzeln albinotische Sämlinge gibt. Auch der *pseudoleucodermis*-Zustand ist verschieden dadurch, daß bei ihm die Eizelle die Weißkrankheit nicht direkt überträgt. Der *leucodermis*-Zustand endlich, dem er am nächsten steht, unterscheidet sich durch die Beschaffenheit seiner Keimlinge, die nicht hellgrün, sondern von vorn-

¹⁾ Eine nochmalige Aussaat von 4 Nummern gab heuer dasselbe Resultat.

herein albinotisch sind, durch die Seltenheit oder das Fehlen rein weißer und rein grüner Triebe, und, worauf ich aber nicht viel Gewicht legen möchte, durch die heterozygotische Veranlagung. Alle drei haben außerdem auch im Stengel eine ebenso weiße Haut wie im Blatt.

Der *status albopelliculatus* hat ein besonderes theoretisches Interesse dadurch, daß die Ausbildung der subepidermalen Zellschicht deutlichst von Einflüssen abhängig ist, die außer ihr liegen. Jedesmal bei dem Hervorwachsen eines Blatthöckers muß bestimmt werden, daß die Plastiden in ihr bald desorganisiert werden, während sie sich beim Entstehen einer Sproßanlage und beim Ausbilden der Internodien unter Ergrünen wesentlich normaler entwickeln. Im Prinzip ist das für uns freilich nichts Neues, haben wir doch schon gesehen, daß bei dem *st. pseudoleucodermis* und *leucodermis* der *Arabis albida* die subepidermale Zellschicht, die sonst streng, in Blatt und Stengel, weiß ist, in den Samenanlagen so grün wird wie bei der typisch grünen Sippe.

4. *Glechoma hederacea pseudoleucodermis* (?).

Die Untersuchungen über diese Sippe sind leider ganz unvollständig geblieben; die wenigen Ergebnisse machen aber doch die Zugehörigkeit zum *st. pseudoleucodermis* wahrscheinlich.

Zu den Versuchen wurden Pflanzen aus dem Schloßgarten zu Münster (Westf.) und solche von der Firma O. Mann in Leipzig benutzt. Beide stimmten vollkommen überein, so daß sie gut Klone desselben physiologischen Individuums sein konnten. Vor allem waren sie rein weiblich, mit sehr kleinen Kronen.

Im anatomischen Bau waren sie echte Periklinalchimären; in Stengel, Blatt, Blattstiel und Kelch war mindestens eine Zellschicht, die subepidermale, vollständig farblos.

Zur Bestäubung der weißbunten weiblichen Stöcke wurde der Pollen normaler wildwachsender, zwittriger Pflanzen verwendet. Der Ansatz war sehr schlecht. Bei einem Versuch (1911) gaben 5 anscheinend normale Klausen nur 2 Sämlinge, beim andern (1916) 20 Klausen 9 Sämlinge¹⁾. Alle 11 waren rein grün und, bis auf einen zwittrigen, wieder weiblich, wie das zu erwarten war.

Die paar Klausen, die ich durch Selbstbestäubung der zwittrigen Pflanze erzielt hatte, keimten nicht.

Da wir nur bei dem *pseudoleucodermis*-Zustand gefunden haben (S. 1000), daß die Bestäubung weißbunt ♀ + typischgrün ♂ lauter grüne Sämlinge gibt, ist es gut möglich, daß die *Glechoma*-Periklinalchimäre auch ein *st. pseudoleucodermis* ist.

¹⁾ Die Erde zur Aussaat war sterilisiert worden.

Tabelle 19.

Übersicht der verschiedenen Periklinalchimären.

Status:	<i>albotunicatus</i>	<i>leucodermis</i>	<i>pseudo-leucodermis</i>	<i>chlorotidermis</i>	<i>albopelluculatus</i>
Vorkommen:	<i>Pelargonium zonale</i>	<i>Arabis albida</i> , <i>Aubrietia graeca</i> und <i>purpurea</i>	<i>Arabis albida</i> , <i>Glechoma</i> <i>hederacea</i> ?	<i>Arabis albida</i>	<i>Mesembryanthemum cordifolium</i>
Haut und Kern sind differenziert	in Stengel und Blatt gleich scharf	in Stengel und Blatt gleich scharf	in Stengel und Blatt gleich scharf	in Stengel und Blatt gleich scharf	im Stengel schwach, im Blatt scharf
Farbe (Blatt ausgewachsen)	weiß und grün	weiß und grün	weiß und grün	hellgelbgrün und grün	weiß und grün
Nachkommen der bunten Triebe bei Selbstbestäubung	nur weiß	nur weiß, <i>albina</i>	überwiegend weiß, <i>albinotica</i> , wenige grün	überwiegend hellgrün, <i>chlorotica</i> , wenige grün	nur hellgelbgrün, verbleichend, <i>expallescens</i>
Nachk. nach Bestäubung bunter Triebe mit Pollen d. <i>f. typica</i> , F ₁ F ₂	überwiegend grün, daneben auch bunt	nur weiß, <i>albina</i>	nur grün	nur grün	nur hellgelbgrün, <i>expallescens</i>
	—	—	grün und weiß etwa im Verh. 3:1	—	—
Nachk. nach Bestäubung d. <i>f. typica</i> mit Pollen bunter Triebe, F ₁ F ₂	überwiegend grün, daneben auch bunt, einzeln weiß	nur grün	nur grün	nur grün	nur grün
	—	nur grün (<i>Arabis</i>)	grün und weiß etwa im Verh. 3:1	grün und hellgelbgrün im Verh. 3:1	nur grün
Nachk. der grünen Äste bunter Pflanzen bei Selbstbestäubung F ₁ F ₂	nur grün	grün und hellgelbgrün, <i>chlorotica</i> , im Verh. 3:1 (<i>Arabis</i>), nur grün (<i>Aubrietia</i>)	nur grün	grün und hellgelbgrün, <i>chlorotica</i> , oder grün und weiß, <i>albinotica</i> , oder grün und hellgelbgrün und weiß	fehlen
	—	—	(fast) nur grün	—	—
Nachk. der bläsen Äste bunter Pflanzen bei Selbstbestäubung, F ₁	nur weiß	?	überwiegend weiß, <i>albinotica</i> , wenige grün	?	fehlen
Also	—	direkte Übertragung	echte Vererbung	echte Vererbung	direkte Übertragung
Der grüne Kern von der Haut im Genotypus	—	nicht verschieden	verschieden	verschieden	nicht verschieden
Der Kern der Periklinalchimäre ist	eine Homozygote, <i>typica</i>	eine Heterozygote, <i>typica</i> + <i>chlorotica</i> (<i>Arabis</i>) oder eine Homozygote, <i>typica</i> (<i>Aubrietia</i>)	eine Homozygote, <i>typica</i>	eine Heterozygote, <i>typica</i> + <i>chlorotica</i> , <i>typica</i> + <i>albinotica</i> oder <i>typica</i> + <i>chlorotica</i> + <i>albinotica</i> , oder eine Homozygote, <i>typica</i>	eine Homozygote, <i>typica</i>

5. Vergleich der verschiedenen Periklinalchimären untereinander.

In der Tabelle 19 ist der Versuch gemacht, die Unterschiede der mir bekannten fünf genetisch verschiedenen Periklinalchimären — den vier in dieser Mitteilung beschriebenen und dem von Ba ur studierten *st. albotunicatus* — vergleichend zusammenzustellen, soweit die teilweise noch unvollständigen Untersuchungen reichen.

Dazu sind noch einige Bemerkungen zu machen.

Erstens über die hierbei beobachteten chlorophyllarmen bis chlorophyllfreien Keimlinge. Sie gehören in mindestens vier, genotypisch, (nicht phänotypisch) verschiedene Kategorien.

Zunächst gibt es zwei hellgrüne Sippen. Von diesen wächst die eine, die *f. chlorotica*, oft weiter, wenn auch sehr langsam, und kann (mit 20 Prozent Rohchlorophyll) lange, vielleicht einzeln dauernd am Leben erhalten werden. Sie ist genetisch durch eine Anlage (oder das Fehlen einer solchen) bedingt, also erblich im engeren Sinn des Wortes. Die andere Sippe, *expallescens*, von vornherein ebenso hellgelbgrün, bleicht oft bald aus und geht jedenfalls stets zugrunde, ohne mehr als die Kotyledonen entfaltet zu haben. Sie kommt durch direkte Übertragung einer Erkrankung, durch das Plasma der Eizelle, zustande.

Es fehlt den beiden Sippen also nicht die Fähigkeit, Chlorophyll zu bilden, sondern die, genug zu bilden und das einmal gebildete zu erhalten, ganz (*expallescens*) oder sehr oft (*chlorotica*).

Dann finden wir zwei gelblichweiße bis rein weiße, selten merklich grün angehauchte Sippen, die stets bald verhungern. Bei der einen, *albinotica*, ist der Chlorophyllmangel genetisch, durch das Vorhandensein oder Fehlen eines Genes bedingt, bei der andern, *albina*, nur durch die direkte Weitergabe einer Erkrankung durch das Plasma der Eizelle.

Nach dem Aussehen gleich nach der Keimung gehören also *chlorotica* und *expallescens* einerseits, *albinotica* und *albina* andererseits zusammen, nach der Entstehungsweise *chlorotica* und *albinotica* auf der einen Seite und *expallescens* und *albina* auf der andern.

Zweitens. Von den vier neuen Periklinalchimären-Typen gehören ebenfalls je zwei und zwei zusammen.

Zunächst stehen sich *st. leucodermis* und *st. albopelliculatus* sehr nahe. Gemeinsam ist beiden: 1. daß die Eizellen der bunten Triebe unter allen Umständen, wie sie auch befruchtet werden mögen, nur blasse, nicht lebensfähige Sämlinge geben, und 2. daß die männlichen Keimzellen die Weißkrankheit nicht vererben, weder direkt durch Übertragung, noch indirekt durch ein Gen. Die weiße Haut und das grüne Innengewebe stimmen in ihrem Genotypus überein, die Krankheit ist demnach nur phänotypisch bedingt. Beide Zustände sind völlige Parallelförmigkeiten zu dem *albomaculatus*-Zustand (der *Mira-*

bilis Jalapa, des *Antirrhinum majus* usw.) und nur verschieden durch die andersartige (periklinale) Verteilung von Weiß und Grün.

Der *st. albopelliculatus* unterscheidet sich von dem *st. leucodermis* durch das Verhalten der Keimlinge (die vom *expallescens*- statt *albina*-Typus sind), die geringere Ausbildung der Weißkrankheit im Stengel, gegenüber der im Blatt, und das Fehlen (oder doch die Seltenheit) rein weißer und rein grüner Triebe.

Ebenfalls sehr nahe zusammen gehören *st. pseudoleucodermis* und *st. chlorotidermis*. Sie unterscheiden sich vielleicht nur dadurch, daß bei dem *pseudoleucodermis*-Zustand in der blassen Hautschicht und in den bei Selbstbefruchtung entstehenden Keimlingen die Chlorophyllbildung viel weitgehender unterdrückt wird als bei dem *chlorotidermis*-Zustand. Der eine hat eine *albinotica*-, der andere eine *chlorotica*-Haut.

Beide stimmen darin überein, daß die blasse Haut und das grüne Innengeewebe in ihrem Genotypus verschieden sind. Die blasse Haut verhält sich wie ein Teil einer erblichen blassen Spitze, so daß sowohl die weiblichen als die männlichen Keimzellen die *albinotica*- oder die *chlorotica*-Anlage führen. Bei Selbstbefruchtung entstehen so in der Hauptsache *albinotica*- und *chlorotica*-Keimlinge, und bei der Bastardierung mit einer typisch grünen Sippe auf beiden möglichen Wegen mendelnde Heterozygoten (*typica* + *albinotica* und *typica* + *chlorotica*). Daneben werden von der weißen Schicht wahrscheinlich auch normale (*typica*-) Keimzellen gebildet (etwa 9 Prozent), aus denen bei Selbstbefruchtung der bunten Triebe grüne Nachkommen hervorgehen.

Der grüne Gewebekern enthält dagegen die (aktiven) Anlagen für normales Grün, entweder in homozygotischer oder heterozygotischer Form (grün + blaß unter Dominanz von grün), soweit man das nach den rein grünen Ästen und (bei der *f. chlorotidermis*) nach den „umgekehrten“ Periklinalchimären (*st. chlorotipyrenus*) schließen darf.

Ziehen wir nun noch den *st. albotunicatus* zum Vergleich heran, wie er aus BAUR's Untersuchungen bekannt ist.

Darin, daß die bunten Triebe bei Selbstbestäubung nur weiße Keimlinge geben, stimmt er mit dem *st. leucodermis* überein. Er weicht aber dadurch ab, daß er, mit *typica*-Pollen bestäubt, neben (sektorial) bunten überwiegend grüne Keimlinge gibt (statt lauter weißer). Ferner darin, daß sein Pollen bei Bestäubung der *f. typica* (statt lauter grüner) neben den in Mehrzahl entstehenden grünen auch bunte und einzelne weiße Keimlinge hervorbringt. In beiden stimmt er aber auch nicht zu dem *st. pseudoleucodermis*, der beide Male nur grüne Nachkommen gibt.

Sehr wichtig wäre, zu wissen, ob die zweite Generation dieser grünen *albotunicata*-Bastarde wieder rein grün ist, wie ich vermute, oder ob sie auch weiße Keimlinge abspaltet.

Ist diese Nachkommenschaft rein grün, so liegt die Schwierigkeit in dem direkten, nicht erblichen Einfluß, den der Pollen auf die Nachkommenschaft haben muß.

Die Annahme BAUR's, daß Plastiden aus dem Plasma des Pollenschlauches mit dem generativen Zellkern in das Plasma der Eizelle hinüberwandern, und zwar, je nach der Herkunft des Pollens, ergrünungsfähige oder ergrünungsunfähige, erklärt ja das Verhalten des *st. albotunicatus* vortrefflich. Gegen einen solchen Übertritt spricht zwar das genetische Verhalten des *albomaculatus*- und *leucodermis*-Zustandes, es ließe sich jedoch denken, daß bei der einen Spezies ein solcher Übertritt von Plastiden oder Plasma stattfindet, bei der andern nicht.

Versucht man sich aber die Zerlegung der befruchteten Eizelle mit teils normalen, teils ergrünungsunfähigen Plastiden bei den sukzessiven Zellteilungen auf dem Papier klarzumachen, bis das reinliche Mosaik eines weißbunten Sämlings herauskommt, so häufen sich die Schwierigkeiten. Deshalb, nicht nur wegen des Auftretens grüner Zellen in der Deszendenz weißer und umgekehrt, scheint mir die ganze Annahme nicht auszureichen.

Jedenfalls stellt der *st. albotunicatus*, einstweilen wenigstens, einen eigenartigen Typus dar.

6. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. Drei Typen Periklinalchimären, *status leucodermis*, *st. pseudoleucodermis* und *st. chlorodermis*, kommen bei *Arabis albida* vor; die zwei ersten fanden sich unter den käuflichen weißbunten Sippen, der dritte Typus entstand im Laufe der Versuche. Der erste wurde auch bei der Gattung *Aubrietia* gefunden, zum zweiten gehört vielleicht die weißbunte *Glechoma hederacea*. Ein vierter Typus, *st. albopelliculatus*, kommt bei *Mesembryanthemum cordifolium* vor.

Der von BAUR untersuchte *st. albotunicatus* des *Pelargonium zonale* stellt einen weiteren, fünften Typus dar.

2. a) *St. leucodermis* und *st. albopelliculatus* gehören zusammen. Sie übertragen die Weißkrankheit der subepidermalen Zellschicht nur — aber dann auch stets — durch die Eizellen auf die Nachkommenschaft, nicht durch die männlichen generativen Kerne (direkte Übertragung). Die weiße Haut und der grüne Gewebekern sind genotypisch gleich.

Bei dem *st. albopelliculatus* ist im Stengel der Gegensatz zwischen blasser Haut und grünem Kern viel schwächer als im Blatt. Die absterbenden Keimlinge nach Selbstbefruchtung sind zunächst hellgelbgrün. Rein grüne und rein weiße Äste wurden nicht beobachtet.

b) *St. pseudoleucodermis* und *st. chlorodermis* gehören ebenfalls zusammen. Sie vererben die Beschaffenheit der blassen subepidermalen Zellschicht durch eine entsprechende Anlage, ein Gen, das gegenüber den Anlagen für typisches

Grün rezessiv ist und bei den Bastardierungen mit *typica*-Sippen regelmäßig abgespalten wird. Der grüne Gewebekern hat dagegen die Anlagen für typisches Grün im homozygotischen oder heterozygotischen Zustande. Die blasse Haut und der grüne Kern sind also genotypisch verschieden.

Die blasse Haut ist bei dem *st. pseudoleucodermis* weißlich, bei dem *st. chlorotidermis* hellgelbgrün.

c) Der von BAUR studierte *st. albotunicatus* des *Pelargonium zonale* stellt einen weiteren fünften Typus der Periklinalchimären dar.

3. Die blassen Keimlinge, die in der Nachkommenschaft der viererlei Periklinalchimären auftreten, gehören ebenfalls vier verschiedenen Typen an:

chlorotica, zunächst hellgelbgrün, zum Teil am Leben bleibend.

expallescens, ebenfalls hellgelbgrün, stets eingehend,

albina, weißlich durch direkte Übertragung einer Erkrankung,

albinotica, weißlich durch das Vorhandensein oder Fehlen eines Genes.

4. Der Bastard zwischen *Arabis albida pseudoleucodermis* (genotypisch *albinotica*) und *leucodermis* (genotypisch *typica* + *chlorotica*) ist stets grün und spaltet bei Inzucht *albinotica* und *chlorotica* ab, der beste Beweis, daß *albinotica* und *chlorotica* erblich verschiedene Sippen sind.

5. Die Ausbildung der blassen Schicht, also der Grad, bis zu welchem die Bildung der normalen Chloroplasten behindert ist, hängt nicht nur von der Schicht selbst, sondern auch von Bedingungen ab, die außerhalb der Schicht liegen. So werden regelmäßig in der subepidermalen Schicht der Samenanlagen und jungen Samen bei allen drei Periklinalchimären der *Arabis albida* die Chloroplasten so gut ausgebildet wie bei der normalen Sippe. So treten am Rande der Kelchblätter der sonst ganz rein weißen Triebe der *pseudoleucodermis*-Pflanzen stets einige streifenförmige Inselchen grünen Gewebes auf. So sind im Stengel des weißbunten *Mesembryanthemum cordifolium* die Chloroplasten der peripheren Schichten noch deutlich grün, wenn sie in gleichalten Blättern schon farblos und mehr oder weniger desorganisiert sind.

Solche Änderungen brauchen nicht unumstößlich zu sein. Denn in den grünen Samenanlagen des *st. leucodermis* haben die Eizellen weißkrankes Plasma, und die ebenfalls grünen des *st. pseudoleucodermis* bilden gewöhnlich Eizellen mit der *albinotica*-Anlage aus. Daneben gibt es wohl auch erblich fixierte Änderungen (grüne Nachkommen neben viel mehr albinotischen nach Selbstbestäubung des *st. pseudoleucodermis*).

6. Der grüne Gewebekern der Periklinalchimären kann hinsichtlich dieser seiner Farbe homozygotischer oder heterozygotischer Natur sein. So ist er bei dem *status leucodermis* bei *Arabis albida* eine *typica* + *chlorotica*, bei *Aubrietia* eine *typica*, bei dem *st. pseudoleucodermis* eine *typica*, bei dem *st. chlorotidermis* eine *typica*, eine *typica* + *chlorotica*, eine *typica* + *albinotica* oder gar eine *typica* + *chlorotica* + *albinotica*.

Dies Verhalten spricht nicht dafür, daß bei der Entstehung des *st. pseudoleucodermis* und des *st. chlorotidermis* ein „vegetatives Aufspalten“ vorliegt, das für den *st. leucodermis* und den *st. albopelliculatus*, wie wir sie auffassen, sowieso nicht in Frage kommt.

7. Hinsichtlich der Entstehung der Periklinalechimären aus mehr oder weniger sektorial bunten Keimlingen stimmt das für den *st. pseudoleucodermis* und den *st. chlorotidermis* beobachtete mit dem überein, was BAUR für den *st. albotunicatus* angibt. Nicht alle Sippen mit bunten Keimlingen bilden Periklinalechimären (*Mirabilis Jalapa* und andere *albomaculatus*-Zustände); es müssen also noch weitere Bedingungen gegeben sein. Die bunten Keimlinge können offenbar auf verschiedene Weise aus verschiedenem Material entstehen, Dabei sind vielleicht nur die Bedingungen, die sich aus dem zelligen Aufbau der Sämlinge ergeben, überall die gleichen.

Frl. DR. LILIENTHAL, Hrn. DR. KAPPERT und Frl. LAU danke ich für mannigfache Hilfe, besonders bei den Inzuchtbestäubungen und der Ernte¹⁾.

Literaturverzeichnis.

- E, BAUR, 1909. Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „Varietates albomarginatae hort.“ von *Pelargonium zonale*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 330.
- , 1910. Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Ibid. Bd. IV, S. 82.
- , 1914. Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, II. Aufl. Berlin.
- C. CORRENS, 1909. Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 291, G. A. 30, 613.
- , 1918. Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde. Diese Sitzungsber., 28. Febr., S. 221, G. A. 43, 880.
- , 1919. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. I. *Capsella Bursa pastoris albovariabilis* und *chlorina*. Diese Sitzungsber., Juni, S. 585, G. A. 46, 965.
- E. KÜSTER, 1919a. Über sektoriale Panaschierung und andere Formen der sektorialen Differenzierung. Monatshefte f. d. naturwiss. Unterricht Bd. XII, S. 37.
- , 1919b. Beiträge zur Kenntnis der panaschierten Laubgehölze. Mitt. d. Deutsch. Dendrol. Gesellsch. Nr. 28, S. 85.
- , 1919c. Über weißbrandige Blätter und andere Formen der Buntblättrigkeit. Biol. Zentralbl. Bd. 39, S. 212.
- C. v. NÄGELI, 1884. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig.
- H. NARWATILL, 1916. Zur Morphologie und Anatomie der durchwachsenen Blüte von „*Arabis alpina* var. *flore pleno*“. Österr. Botan. Zeitschr. LXVI. Jahrg., S. 353.
- O. RENNERT, 1917. Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. XVIII, S. 121.
- H. DE VRIES, 1901. Die Mutationstheorie Bd. I. Leipzig.

¹⁾ Das S. 994 Anm. 2 erwähnte mutmaßliche Versehen kommt nicht auf ihre Rechnung.

48. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. III.—V.

III. *Veronica gentianoides albocincta*, IV. Die *albomarmorata* und *albpulverea*-Sippen, V. *Mercurialis annua versicolor* und *xantha*.

Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften Bd. 6, S. 212—240, 1920.

III. *Veronica gentianoides albocincta*.

Die Pflanze wurde 1910 von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt unter dem Namen *V. g. foliis variegatis* bezogen. Auch das zum Vergleich benutzte Exemplar der typischen Sippe stammte von dieser Firma. — Die Spezies ist für Vererbungsversuche in sofern nicht günstig, als sie, wie sich gleich herausstellte, ganz ausgesprochen selbststeril ist. Die beiden Stöcke, die das Ausgangsmaterial für die Versuche bildeten, waren denn auch nicht nur hinsichtlich der Färbung des Laubes, sondern auch sonst in mancherlei Hinsicht deutlich verschieden.

Wie der Name ausdrücken soll, handelt es sich bei der buntblättrigen Sippe um einen Fall ausgesprochener echter *Weißrandigkeit*. Sie sieht bei starker Ausbildung des weißen Randes äußerlich einer Periklinalchimäre, etwa dem *status albotunicatus* des *Pelargonium zonale*, ganz ähnlich, hat aber keine ganze weiße Haut. — Weißrandig sind die grundständigen und stengelständigen Blätter, die Brakteen und die Zipfel des Kelches.

Bei der typischen Pflanze dringt das grüne Blattgewebe — zwei bis drei Schichten Palisaden und vier bis fünf Schichten Schwammparenchym — bis zum Blattrand vor, nur die äußersten Zellreihen sind als „Knorpelrand“ blasser gefärbt bis farblos. Bei der *albocincta*-Pflanze ist dagegen das Gewebe vom Rande aus mehr oder weniger weit farblos, bei manchen Blättern bloß stellenweise und wenig, so daß nur bogenförmige kleine Ausschnitte weiß sind (Fig. 1 A), bei andern sehr weitgehend, auch streifenförmig, ungefähr parallel den großen Seitennerven, ins Blatt vordringend (Fig. 1 B); gelegentlich wird eine Blatthälfte fast oder ganz weiß. Die beiden Hälften eines Blattes sind überhaupt im Grade der Buntheit weitgehend voneinander unabhängig. Auffallend ist noch, daß der apikale Teil des Blattes weniger weiß zu sein pflegt als der basale, und die eigentliche Spitze oft ganz grün ist. Ein einziges Mal sah ich einen schmalen, rings von Grün umschlossenen, isolierten weißen Streifen.

Der weiße Blatteil ist wesentlich dünner als der grüne, weil der weiße Teil jeder Zellschicht dünner ist als ihr zugehöriger grüner Teil. Chromatophoren sind an frischen Schnitten durch ausgewachsene Blätter nicht mehr deutlich kenntlich. Die Grenze gegen Grün ist fast ausnahmslos ganz scharf; nur einmal fand ich eine Übergangszelle mit kleineren, blasserem Chloroplasten.



Fig. 1. Zwei Rosettenblätter (A, B) und eine Braktee mit einer jungen Frucht (C) der *Veronica gentianoides albocincta*.

Vergr. 2 : 1 (A, B) und 2,5 : 1 (C): Dr. O. Römer gez.

Gewöhnlich geht die Farblosigkeit in den Palisadenschichten weiter als im Schwammparenchym; selten ist es umgekehrt. Hie und da kann auf Querschnitten das farblose Gewebe keilförmig in das grüne vordringen. Durch diese Abstufungen kommt, wie bei einer *albotunicata* oder *leucodermis*, das hellere und dunklere Mosaik heraus¹⁾.

¹⁾ Um die Verteilung von Grün und Weiß auf dem Blattquerschnitt ohne Zeichnung festzuhalten, kann man für die weißen Zellen Punkte, für die grünen Zahlen verwenden. Bei den folgenden Beispielen bedeutet e die obere, e₁ die untere Epidermis, R gibt die Lage des Blattrandes an. Durch Wiederholung der senkrechten Zahlenreihen

Wie schon erwähnt, ist *Veronica gentianoides* selbststeril. Es ist also, weil nur ein weißbuntes physiologisches Individuum vorliegt, unmöglich, die *albocincta*-Eigenschaft durch Selbstbestäubung auf ihre Vererbbarkeit zu prüfen. Die bunte Pflanze wurde deshalb 1910 und 1911 in beiden möglichen Weisen mit der *typica*-Pflanze bastardiert, nachdem die Blüten zur Vorsicht doch noch kastriert worden waren.

Von der Verbindung *albocincta* ♀ + *typica* ♂ habe ich (als Versuch 2) 28 und (als Versuch 3) 3 Sämlinge großgezogen, von der Verbindung *typica* ♀ + *albocincta* ♂ (als Versuch 4) etwa ebensoviel. Alle waren rein grünblättrig wie die typische Sippe, ebenso eine Anzahl weiterer, nicht aufgehobener Sämlinge (besonders von Versuch 2). Nur bei einer Keimpflanze glaubte ich zunächst eine Spur von Weißrandigkeit gesehen zu haben; sie hat später nichts mehr davon gezeigt.

18 Pflanzen von F_1 (des Versuches 2) wurden im Versuchsfeld des botanischen Gartens in Münster i. W. zusammen ausgepflanzt und sich selbst überlassen. Die übrigen Pflanzen standen etwa 200 m weit entfernt, durch viel Gebüsch getrennt, und die im System blühenden wurden rechtzeitig abgeschnitten. So mußte die Nachkommenschaft, wenigstens im wesentlichen, durch Inzucht entstehen. Diese F_2 wurde 1913 von 4 F_1 -Individuen aufgezogen. Vom ersten wurden 87, vom zweiten 61, vom dritten 143 und vom vierten 67 Sämlinge, zusammen 358, bis zum Herbst beobachtet. Sie waren und blieben aber alle rein grün. Ebenfalls rein grün waren die übrigen Sämlinge, die nicht pikiert und großgezogen wurden und bei einzelnen Versuchen noch bis hundert ausmachten; auch hier wurde kein einziger weißbunter, auch kein albinotischer, gefunden.

Im Jahre 1916 wurden 4 andere Bastardpflanzen von F_1 (*albocincta* ♀ + *typica* ♂) ebenfalls mit Pollen eines zweiten buntblättrigen Stockes bestäubt, der wieder von H a g e und S c h m i d t bezogen worden war und sicher mit dem alten weißrandigen zu einem physiologischen Individuum gehörte. Diese Rückkreuzungen gaben auch keine bunten Nachkommen, sondern, neben ganz wenigen Albinos, nur rein grüne, die erste 598 grüne und 2 weiße, die zweite 415 grüne und 3 weiße, die dritte nur 29 grüne und die vierte nur 130 grüne, zusammen also 1172 grüne und 5 albinotische. Etwa 150 wurden großgezogen; keine hat bis jetzt etwas von Weiß gezeigt.

Außerdem wurde im gleichen Jahr umgekehrt auch je eine Infloreszenz des zweiten buntblättrigen Stockes mit dem Pollen derselben 4 F_1 -Bastardpflanzen bestäubt. Aus diesen Verbindungen gingen 148, 9, 48 und 159 Sämlinge hervor, zusammen 364, die alle ganz grün waren; Albinos waren nicht darunter. Etwa 150 wurden bis jetzt aufgehoben und blieben unverändert grün.

Die *albocincta*-Eigenschaft wird also jedenfalls nicht als solche durch eine Anlage, ein Gen, vererbt wie die *albomarginata*-Eigenschaft, die mendelt und rezessiv ist (1909, S. 326, G. A. 30, 645); denn dann hätten in der zweiten Generation wieder *albocincta*-Individuen auftreten müssen. Es liegt aber auch keine Änderung des Genotypus an den weißen Stellen vor, die zur Bildung von Keimzellen mit der *albinotica*-Anlage führen würde, wie wir das bei der *pseudo-leucodermis* und — mutatis mutandis — auch bei der *chlorotidermis* kennengelernt haben (1919b, S. 832 u. f., G. A. 47, 1000 u. f.). Daß die beiden Bastardbestäubungen (*albocincta* ♀ + *typica* ♂ und *typica* ♀ + *albocincta* ♂) nur grüne Keimlinge gegeben haben, würde zwar sehr gut dazu stimmen, bei der zu erwartenden Dominanz des typischen Grüns über die *albinotica*-Eigenschaft. Es müßten dann aber in der zweiten Generation *albinotica*-Sämlinge auftreten, die, wie wir sahen, fehlen.

Endlich wird die Weißkrankheit der Blattränder auch nicht direkt weitergegeben. Weder allein durch die Eizelle, wie bei den *leucodermis*- und *albopelliculata*-Periklinalchimären und dem *status albomaculatus* (1919b, S. 831, G. A. 47, 1000), noch durch die Eizelle und das Pollenkorn, wie das BAUR (1909, S. 349) für die *albotunicata*-Periklinalchimären annimmt. Sonst hätte der Bastard *albocincta* ♀ + *typica* ♂ nur weiße Nachkommen geben dürfen statt nur grüne, oder beide Bastarde, *albocincta* ♀ + *typica* ♂ und *typica* ♀ + *albocincta* ♂, hätten neben grünen wenigstens teilweise bunte und weiße Keimlinge hervorgebracht.

Immerhin ist der *status albocinctus* dem *st. albotunicatus* noch am ähnlichsten, vorausgesetzt, daß bei diesem die Weißkrankheit wirklich phänotypisch und nicht genotypisch bedingt ist. Ja, der *st. albocinctus* könnte vielleicht in genetischer Hinsicht als das Extrem des *st. albotunicatus* aufgefaßt werden (wenn er bei Selbstbestäubung weiße Keimlinge geben würde), als Extrem, bei dem die Verbindung bunt + normal, auf dem einen oder andern Wege hergestellt, nur noch normal grüne und nicht neben den grünen auch noch bunte und etliche weiße Keimlinge gäbe, wie beim *st. albotunicatus*. Es könnten beim *st. albocinctus* von den direkt übertragenen Plastiden nur die gesunden am Leben bleiben und sich vermehren.

Ebensogut könnte man aber auch annehmen, in den Samenanlagen des *status albocinctus* steckten, trotz ihrer weißen Farbe, nur (oder fast nur) gesunde Eizellen, indem die genotypisch oder phänotypisch bedingte Krankheit der Blattränder bei ihnen irgendwie, etwa bei der Reduktionsteilung, aufgehoben würde. Nur ganz ausnahmsweise — wenn nämlich die 0,4 Prozent Albinos, von denen oben die Rede war, so zu erklären wären — würde die Gesundung unterbleiben.

Hier hindert eben die Unmöglichkeit, durch Selbstbestäubung Nachkommenschaft zu erzielen, die Entscheidung so lange, bis es gelingt, ein zweites

physiologisches Individuum mit der *albocincta*-Eigenschaft zu finden, das dann freilich nicht mit der schon vorhandenen weißrandigen Pflanze steril sein dürfte.

Es sieht ganz so aus, als ob von der *albocincta*-Eigenschaft überhaupt nichts vererbt würde, weder sie selbst als Ganzes, wie die *albomarginata*-Eigenschaft, noch der weißranke Zustand, dieser weder direkt durch Übertragung noch indirekt durch ein Gen. Das schiene bei einer beliebig verteilten Fleckung an sich nicht verwunderlich. Sehr merkwürdig wäre aber die Verbindung eines solchen Verhaltens mit der strengen Lokalisierung der Weißkrankheit auf eine ganz bestimmte Stelle, den Blattrand. — Die *albocincta*-Eigenschaft ist bei einem einzelnen physiologischen Individuum aufgetreten, dessen Bildungsbedingungen sich offenbar nur äußerst schwer wieder verwirklichen lassen.

Der *status albocinctus* ist, wie der *st. leucodermis* und *pseudoleucodermis*, ein gutes Beispiel dafür, daß man aus dem anatomischen und morphologischen Bild keine Schlüsse auf das erbliche Verhalten ziehen darf.

IV. Die albomarmorata- und albopulverea-Sippen.

Die in der Überschrift genannten Sippen zeigen beide ein weißgrünes Fleckenmosaik und stimmen in ihrer Vererbungsweise unter sich vollkommen überein. Sie unterscheiden sich nur dadurch, daß bei der *albopulverea*-Sippe das Mosaik aus Weiß und Grün viel feiner ist, als bei der *albomarmorata*-Sippe. Es ist das ein Unterschied, der nicht immer scharf faßbar und vielleicht auch wenig wichtig ist. Da die beiden Sippen aber bei typischer Ausbildung wirklich recht verschieden aussehen, und KÜSTER (zuerst 1916, S. 14) sie auseinanderhält, wollen auch wir sie trennen¹⁾.

1. *Ipomoea imperialis chlorina* und *albomarmorata* ²⁾.

Das Versuchsmaterial erhielt ich von HAAGE und SCHMIDT in Erfurt unter folgenden Namen: 1. *Ipomoea imperialis* „buntblättrige Kaiserwinde“ und 2. *I. i. aurata* „mit gelblicher Belaubung“; eine 3. *I. hederacea grandiflora argenteomarmorata* von Benary in Erfurt verhielt sich im wesentlichen wie die erstgenannte Nummer. Alle drei waren hinsichtlich der Laubfarbe nicht homogen. Allein in der Aussaat von Nummer 1 konnte ich sofort vier Typen unterscheiden:

¹⁾ Der Kürze halber ist *pulvereus* statt *pulverulentus* für die Zusammensetzung mit *albus* gewählt.

²⁾ Nach PETERS Umgrenzung (Convolvulaceen in ENGLER und PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien, IV. Teil, Abt. 3, S. 23, 1891) gehört die Pflanze wegen des dreifächrigen Fruchtknotens und der Ausbildung des Kelches in die Gattung *Pharbitis* und steht wohl der *P. hispida* nahe. Ich führe sie jedoch der Einfachheit halber unter dem Namen an, unter dem sie in den Gärten gezogen wird.

- a) einen normal grünen, *typica homogenea*,
- b) einen hell(gelb)grünen, *chlorina homogenea*,
- c) einen weiß bis dunkelgrün gescheckten, *typica albomarmorata*,
- d) einen weiß bis hellgelbgrün gescheckten, *chlorina albomarmorata*.

Die Aussaat von Nummer 2 gab überwiegend den hell(gelb)grünen Typus b, daneben auch noch einzelne Pflanzen des Typus d. Nummer 3 bestand fast ausschließlich aus Pflanzen von Typus c.

Die hell(gelb)grünen homogenen und marmorierten Typen stellten sich bei der kolorimetrischen Untersuchung der alkoholischen Blattauszüge als echte *chlorina* heraus, bei der die grünen und gelben Farbstoffe in gleichem Maße gegenüber den typisch grünen Pflanzen reduziert sind. Die Nuance der Lösungen war, nach genügender Verdünnung der *typica*, genau gleich. 1910 verglich ich die Rohauszüge aus den Kotyledonen der homogenen Sippen, und zwar aus gleichen Flächeneinheiten und gleichen Gewichtsteilen, und erhielt beide Male für die *chlorina* 45 Prozent der Farbstoffmenge der *typica*. 1916 bestimmte Hr. Dr. KAPPERT die Chlorophyllinsalzlösungen nach WILLSTÄTTERS Methode (1913, S. 51 u. 81) und fand für gleiche Flächen der Laubblätter bei *chlorina* 33 Prozent und für gleiche Gewichte 42 Prozent einer dunklen *typica*. Der Unterschied zwischen den 1910 und 1916 erhaltenen Werten für die *chlorina* kann darauf beruhen, daß das zweite Mal eine dunklere *typica* zum Vergleich benutzt wurde. Es fiel mir aber auch auf, daß der Unterschied zwischen *chlorina* und *typica* für das Auge bei den Laubblättern oft deutlicher schien als bei den Kotyledonen.

Die beiden *albomarmorata*-Typen (c, d) stimmen unter sich vollkommen überein, nur daß das dunkelste Grün des Mosaiks bei der einen typisches Grün, bei der andern dagegen hellgelbgrün, *chlorina*, ist.

Der Blattquerschnitt zeigt eine Schicht Palisaden und drei, seltener vier Schichten Schwammparenchym. Jede Schicht des Mesophylls kann ein Mosaik von rein weißen und rein grünen Zellen zeigen, und jede ist in weitgehendem Maße darin von den andern unabhängig. Durch ihr Übereinanderliegen kommt dann die Fleckung des ganzen Blattes mit seinen Abstufungen im Grün zustande. Reines Weiß tritt nur an Stellen auf, wo, mehr oder weniger zufällig, alle Schichten farblos sind, und ist deshalb relativ selten; die Zwischenstufen zwischen ihm und reinem Grün sind sehr viel häufiger (Fig. 2)¹⁾. Meist

¹⁾ Anbei ein paar Aufnahmen in der früher (S. 1025—1026) erklärten Art:

1.									2.				
e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
1	1	1	.	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1
2	.	2	2	.	.	2	.	2	.	.	.	2	2
3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
4	4	4	4	4	.	4	4	.	4	4	4	4	4
e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹	e ¹

ist die vordere (apikale) Hälfte der Blätter, also der zuerst ausgewachsene Teil, stärker bunt als die hintere (basale). Dürfte man annehmen, daß das Mosaik auf einem relativ frühen Stadium für das ganze Blatt auf einmal festgelegt wird, so würde sich daraus leicht erklären, daß in dem vorderen, nicht mehr viel wachsenden Abschnitt das Mosaik mehr weiß und feiner ausfällt als in dem hinteren, später noch stark wachsenden.



Fig. 2. Blatt der *Ipomoea imperialis chlorina albomarmorata* in Naturgröße.
Dr. O. Römer gez.

Die weißen Palisaden sind wie gewöhnlich kürzer als die grünen und lockerer gestellt; in den weißen Zellen bleiben die Plastiden noch lange kenntlich, zeigen aber keine Stärke, auch wenn die der grünen Zellen sehr viel davon führen.

Sehr auffällig ist die Periodizität der Mosaikbildung; sie fällt hier viel mehr in die Augen als bei irgendeinem andern von mir untersuchten Objekt. Auf die meist deutlich bis stark bunten Kotyledonen folgt das erste Laubblatt, das ich stets homogen grün gefunden habe. Erst das zweite Blatt zeigt gewöhnlich einzelne und schwache hellere, nicht bis zu Weiß gehende (also auf einzelne Mesophyllschichten beschränkte) Flecken, und das starke Mosaik, das bis zu reinem Weiß reicht, tritt viel später, bei jüngeren Blättern, auf. Unter Umständen lassen sich die ersten Spuren noch viel deutlicher

erkennen; ich habe einmal erst das siebente Blatt deutlich bunt gefunden, das achte war wieder grün, das neunte deutlich und das zehnte stark gefleckt. Auch sonst wurden gelegentlich Rückfälle in schwächere Marmorierung beobachtet. Schließlich hatten aber alle Pflanzen, die nach den bunten Kotyledonen

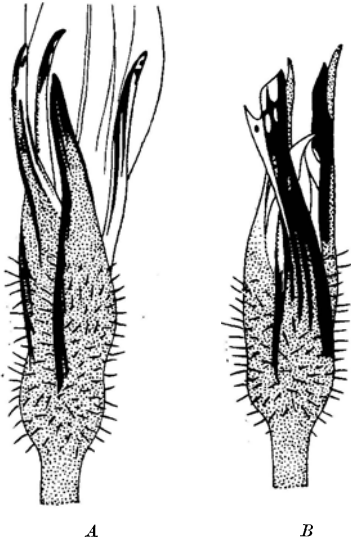


Fig. 3. Zwei Kelche der *Ipomoea imperialis typical albomarmorata*. Vergr. 2 : 1. Dr. O. Römer gez.

oder infolge ihrer Abstammung *albomarmorata* waren, stark bunte Blätter. — Die Seitensprosse verhielten sich, auch wenn sie den Achseln stark bunter Blätter entsprangen, stets wieder ähnlich dem Hauptspieß; die ersten Blätter waren entweder ganz grün oder doch viel schwächer bunt als die folgenden¹⁾. Meine Erwartung, hier und da einen rein grünen Ast zu finden — wie sie bei den *variegata*-Sippen stets auftreten —, wurde nicht erfüllt.

Auch die Kelchblätter sind bunt, aber nicht gefleckt, sondern deutlich gestreift (Fig. 3), ebenso die Stengel. Die Form, in der sich die Weißkrankheit zeigt, ist also wesentlich abhängig von der Form des Organes, bei dem sie auftritt, worauf ich schon kurz hingewiesen habe (1919a, 586, Anm. G. A. 46, 966, Anm.).

Vererbungsversuche.

A. Konstanzprüfungen.

Aus verschiedenen Gründen, vor allem wegen des Raumes, den die kräftigen, windenden Pflanzen beanspruchen, wenn man sie getrennt halten will, und wegen des launischen Ansatzes bei Selbstbestäubung und Bastardierung, umfassen die einzelnen Versuche vielfach geringere Individuenzahlen als ich gewünscht hätte. — Die Blüten sind nur einen Tag offen. Die Kastration wurde am Abend vor dem Aufblühen ausgeführt. Um die Selbstbefruchtung zu sichern, wurden die Blütenknospen vielfach am Vorabend etwas unter der Spitze mit einem Baststreifen gebunden und so das Öffnen verhindert. Der Ansatz war dann zwar schlechter als bei künstlicher Selbstbestäubung, aber doch noch genügend. — Da die Keimung sehr ungleich-

¹⁾ Es entspricht das der inzwischen von E. KÜSTER (1919c, S. 249) betonten Tatsache, daß „in verschiedenen Entwicklungsphasen eines Sprosses bzw. eines Vegetationspunktes die Neigung zur inaequalen Zellteilung nicht immer die gleiche ist“. So fand er bei *Acer Pseudoplatanus var. Leopoldii* die ersten Blattpaare der Zweigspitzen meist sektorial geteilt und regelmäßig pulverulent gezeichnet; die letzten zeigten zusammenhängende normalgrüne Felder von ansehnlicher Ausdehnung.

mäßig erfolgte, wurden die Samen bei den letzten Versuchen vor der Aussaat einen Tag eingeweicht und etwas angeschnitten, was sich als sehr wirksam erwies. Die Pflanzen standen stets im Gewächshaus.

Eine ausgesprochen dunkelgrüne Pflanze (1 L) hatte (selbstbestäubt, Vers. 4) 13 dunkelgrüne und einen etwas, wohl nur phaenotypisch, helleren Sämling gegeben. Eine heller grüne (1 G) brachte (selbstbestäubt, Vers. 6) 41 Nachkommen, die, unter den gleichen Außenbedingungen wie die des vorhergehenden Versuches, ebenfalls deutlich heller grün waren, wenn auch unter sich merklich verschieden. Für eine besonders helle Pflanze bestimmte Hr. Dr. KAPPERT den Gehalt an Chlorophyllen nach WILLSTÄTTERS Methode zu 77 Prozent (während gleich große Blattflächen der *chlorina*-Sippe 33 Prozent gaben). Eine ähnliche heller grüne Pflanze (1 N) gab (Vers. 7) ebenfalls lauter heller grüne Sämlinge, freilich nur 4. — Die normal grünen Pflanzen gehörten also offenbar zu mindestens zwei im Chlorophyllgehalt merklich verschiedenen Sippen, die ich aber einstweilen nicht weiter verfolgt habe.

Die Nachkommenschaft einer *chlorina* (2 D) bestand (Vers. 5) nach Selbstbestäubung aus 17 wieder hell(gelb)grün belaubten Sämlingen.

Die Selbstbefruchtung bunter Pflanzen aus den Versuchen 1—3 lieferte ausschließlich bunte Nachkommen. In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 1.
Konstanzprüfungen bunter Pflanzen.

Versuchs- Nummer	Stammpflanze (P ₁)	Nachkommen (F ₁)				
		Ges.- Zahl	<i>typ.</i> <i>homog.</i>	<i>typ.</i> <i>amar.</i>	<i>chlor.</i> <i>homog.</i>	<i>chlor.</i> <i>amar.</i>
9	1 A <i>typ. amar.</i>	57	—	44	—	13
10	3 G „ „	13	—	13	—	—
15	2 J <i>chlor. amar.</i>	16	—	—	—	16

Auch die Bastardierung der *typica albomarmorata* mit der *chlorina albomarmorata* lieferte, wie wir bald sehen werden (Vers. 17 und 18 in Tab. 2, S. 1034), stets bunte Pflanzen. Ebenso verhielten sich die aus Bastarden herausgemendelten *albomarmorata*-Pflanzen, soweit sie geprüft wurden (S. 1035).

Insgesamt gaben 6 bunte Pflanzen 147 ausschließlich bunte Nachkommen. Homogen grüne Sämlinge, nach denen ich wegen des Verhaltens der *variegata*-Sippen und des *albomaculatus*-Zustandes besonders suchte, waren, wenigstens bei diesem Umfang der Versuche, nicht zu finden.

Tabelle 2.
Bastardierungen zwischen verschiedenen Sippen.

Ver- suchs- Nr.	Eltern (P ₁)		Nachkommen (F ₁)				
	♀	♂	Ges.- Zahl	<i>typ.</i> <i>homog.</i>	<i>typ.</i> <i>amar.</i>	<i>chlor.</i> <i>homog.</i>	<i>chlor.</i> <i>amar.</i>
11	1 L <i>typ. hom.</i>	1 A <i>typ. amar.</i>	9	9	—	—	—
70	21 R „ „	32 C „ „	3	3	—	—	—
71	21 R „ „	32 D „ „	1	1	—	—	—
72	21 U „ „	32 D „ „	4	4	—	—	—
43	10 A N <i>typ. amar.</i>	24 C <i>typ. hom.</i>	5	5	—	—	—
13	1 B „ „	2 D <i>chlor. hom.</i>	4	2	—	2	—
16	1 S <i>typ. hom.</i>	2 Y <i>chlor. amar.</i>	9	9	—	—	—
22	1 Q „ „	2 Y „ „	11	6	5	—	—
17	1 B <i>typ. amar.</i>	2 Y „ „	11	5	—	6	—
18	3 G „ „	2 Y „ „	8	8	—	—	—
20	2 D <i>chlor. hom.</i>	2 Y „ „					

B. Bastardierungsversuche.

Aus dem in Tabelle 1 mitgeteilten Versuch 9 läßt sich schon ein Schluß ziehen. Die normal grüne Pflanze 1 A war offenbar eine Heterozygote, und zwar eine Monohybride *typica* + *chlorina*. Denn sie gab bei Selbstbefruchtung 44 *typica* und 13 (gleich 23 Prozent) *chlorina*. Die *chlorina*-Sippe ist also der *typica*-Sippe gegenüber ganz oder annähernd rezessiv, und der Bastard spaltet. Es wurden außerdem einige Kreuzungen mit dem in der Tabelle 2 angegebenen Resultat ausgeführt.

Daraus ergibt sich folgendes Verhalten der verschiedenen Eigenschaften zueinander:

typica dominiert — ganz oder annähernd, diese Frage wurde nicht verfolgt — über *chlorina*, ebenso die homogene Blattfärbung vollkommen über die bunte, also auch die in doppelter Hinsicht dominante *typica homogenea* über die in doppelter Hinsicht rezessive *chlorina albomarmorata*. Die *typica albomarmorata* gibt mit der *chlorina homogenea* nicht etwa eine *typica chlorimaculata*, sondern eine *typica homogenea*, zu der die *typica albomarmorata* das dunkle Grün und die *chlorina homogenea* die gleichmäßige Färbung beisteuern.

Auch über das Spalten ist aus Tabelle 2 schon einiges zu entnehmen.

Die *typica albomarmorata* 1 B (Vers. 13 und 17) war offenbar eine Monohybride *typica albomarmorata* + *chlorina albomarmorata* und gab deshalb, mit homogener *chlorina* bestäubt, gleichviel homogene *typica* und homogene *chlorina* (Ver. 13) und, mit der *chlorina albomarmorata* bestäubt, gleichviel bunte *typica* und bunte *chlorina* (Vers. 17).

Die *typica homogenea* 1 Q war eine monohybride Heterozygote *typica homogenea* + *typica albomarmorata*. Sie brachte deshalb, mit *chlorina albomarmorata* bestäubt (Vers. 22), zwar lauter *typica*-Sämlinge hervor, aber

zur Hälfte homogen gefärbte, zur Hälfte bunte. Dazu stimmt das Verhalten von 1 Q bei Selbstbestäubung (Vers. 21): von 22 Sämlingen waren 16 *typica homogenea* und 6 (gleich 27 Prozent) *typica albomarmorata*.

Aus den Bastardierungsversuchen geht also schon hervor, daß sowohl das Merkmalspaar *typica-chlorina* als das Merkmalspaar *homogenea-albomarmorata* normal spaltet, und zwar bei Selbstbefruchtung im Verhältnis 3 : 1 und bei Rückkreuzung mit dem rezessiven Elter im Verhältnis 1 : 1. Die Merkmale sind also nach der Presence- und Absencetheorie nur durch das Vorhandensein oder Fehlen je eines einzigen Genes bedingt.

Die Ergebnisse der weiteren Versuche stimmen genau dazu. Es sei ein Teil davon zusammengestellt.

1. F₂ von *typica homogenea* + *typica albomarmorata*.

5 typisch grüne F₁-Pflanzen, 1 aus Vers. 43, 3 aus Vers. 70 und 1 aus Vers. 72, gaben nach Selbstbestäubung als

Vers. 90,	17 Sämlinge,	11 <i>typ. homog.</i> ,	6 <i>typ. albomarm.</i>
,, 95,	21	,, 12	,, 9
,, 96,	13	,, 10	,, 3
,, 97,	2	,, 1	,, 1
,, 98,	20	,, 18	,, 2
zusammen 73 Sämlinge,		52 <i>typ. homog.</i> ,	21 <i>typ. albomarm.</i>
= 29 Prozent.			

2. F₂ von *chlorina homogenea* + *chlorina albomarmorata*.

Eine *homogene chlorina* aus Vers. 20 gab nach Selbstbestäubung, als Vers. 84, 12 Sämlinge, 10 *chlor. homog.*, 2 *chlor. albomarm.* = 17 Prozent.

3. F₂ von *typica homogenea* + *chlorina albomarmorata*.

4 homogen grüne Pflanzen aus Vers. 44 gaben selbstbestäubt als

Vers. 91,	10 Säml.,	5 <i>typ. hom.</i> ,	3 <i>typ. am.</i> ,	2 <i>chlor. hom.</i> ,	— <i>chlor. am.</i>
,, 92,	19	,, 12	,, 5	,, 2	,, —
,, 93,	16	,, 11	,, 3	,, 2	,, —
,, 94,	20	,, 12	,, 1	,, 4	,, 3
zusamm. 65 Säml.,		40 <i>typ. hom.</i> ,	12 <i>typ. am.</i> ,	10 <i>chlor. hom.</i> ,	3 <i>chlor. am.</i>
berechnet f. d. Ver-		37	,, 12	,, 12	,, 4
hältnis 9 : 3 : 3 : 1					

Alle <i>homogenea</i>	50,	alle <i>albomarmorata</i>	15,
berechnet für 3 : 1	48,		16,
Alle <i>typica</i>	52,	alle <i>chlorina</i>	13,
berechnet für 3 : 1	48,		16.

Auch die Konstanz der Sippen wurde bei dieser Gelegenheit weiter geprüft. So gaben 2 *typica albomarmorata* (28 A und C) nach Selbstbestäubung wieder nur bunte Nachkommen, die eine (Vers. 57) 21, die andere (Vers. 58) ebenfalls 21.

Nach diesen Beobachtungen können wir folgende Erbformeln aufstellen:

Für die *typica homogena*: $CCNNHH$,
 „ „ *chlorina homogena*: $CCnnHH$,
 „ „ *typica albomarmorata*: $CCNNhh$,
 „ „ *chlorina albomarmorata*: $CCnnhh$.

Dabei ist C der Faktor für *Chlorina*-Grün, N der Faktor, der *Chlorina*-Grün zu typischem Grün steigert, und H ein Faktor für homogene Blattfärbung, dessen Fehlen Weißscheckung bedingt, und der unabhängig davon ist, ob nur C oder C und N vorhanden sind.

Die 6 möglichen Verbindungen sind dann:

$Typ. hom. + typ. a-m., CCNNHh$, in 3 *typ. hom.* und 1 *typ. a-m.* spaltend.
 $Typ. hom. + chlor. hom., CCnnHH$, in 3 *typ. hom.* und 1 *chlor. hom.* spaltend.
 $Typ. hom. + chlor. a-m.,$ } $CCNnHh$, in 9 *typ. hom.*, 3 *typ. a-m.*, 3 *chlor. hom.*
 $Typ. a-m. + chlor. hom.,$ }
 und 1 *chlor. a-m.* spaltend.
 $Typ. a-m. + chlor. a-m., CCnnhh$, in 3 *typ. a-m.* und 1 *chlor. a-m.* spaltend.
 $Chl. hom. + chlor. a-m., CCnnHh$, in 3 *chlor. hom.* und 1 *chlor. a-m.* spaltend.

Wir haben sie alle kennengelernt.

Aus dem Verhalten der Merkmale zueinander müßte man nach der Presence- und Absence-Theorie schließen, daß die *chlorina*-Sippe eine phylogenetische Vorstufe der *typica* sei und die *albomarmorata*-Sippe eine Vorstufe der *homogena*. Auf die Haltlosigkeit dieser beiden Annahmen möchte ich hier nicht nochmals eingehen (vgl. 1918, S. 242, G. A. 43, 900 und 1919a, S. 601, G. A. 46, 980); sie liegt besonders bei der zweiten auf der Hand.

Zusammenfassend können wir sagen:

1. Die hell(gelb)grüne Sippe der *Ipomoea imperialis* ist nach allem eine ganz typische *chlorina*.

2. Die beiden weißbunten Sippen sind Kombinationen, entstanden durch die Verbindung des *albomarmorata*-Merkmals teils mit dem *typica*-, teils mit dem *chlorina*-Merkmal, von welchem beiden es völlig unabhängig ist.

Die *albomarmorata*-Sippen mendeln ganz normal und sind, soweit die Beobachtungen reichen, vollkommen konstant. Sie geben also bei Selbstbefruchtung nicht neben einer Mehrzahl bunter Nachkommen auch einige homogen grüne, wie die *variegata*-Sippen. Die einzelne *albomarmorata* bringt ferner neben den bunten Trieben keine wirklich homogen grünen hervor. Es deutet auch nichts darauf hin, daß die Buntheit durch ein veränderliches Gen, wie bei der *Capsella bursa pastoris albovariabilis* (1919a, G. A. 46, 965), bedingt wird. Von der sonst ganz ähnlichen *albomarginata*-Sippe der *Lunaria biennis* unterscheidet sich die *albomarmorata*-Sippe eigentlich nur dadurch, daß bei ihr die Buntheit nicht auf den Blattrand beschränkt

ist. Der *Status albomaculatus* der *Mirabilis Jalapa*, der *Urtica pilulifera* des *Antirrhinum majus* usw., der im Aussehen oft ganz ähnlich ist, unterscheidet sich von Grund aus durch die Übertragung der Weißkrankheit nur durch das Plasma der Eizelle.

2. *Tropaeolum majus chlorinum* und *albopulvereum*.

Tropaeolum majus ist kein bequemes Objekt für Vererbungsversuche. Infolge der ganz ausgesprochenen Proterandrie und des Baues der Blüte ist spontane Selbstbestäubung völlig ausgeschlossen. Wenigstens setzten gesäckte Blüten bei mir nie von selbst an. Alle gekauften Sippen waren denn auch genetisch nicht homogen. Zu Versuchszwecken müssen die Blüten geschützt und im richtigen Zustand bestäubt werden. Dabei gibt jede Blüte günstigsten Falles nur drei Teilfrüchte.

Solange ich die einzelnen Versuchsnummern an verschiedenen Stellen des Gartens sich selbst überließ, erhielt ich stets auch Vizinisten. Selbst als ich (1913) in dem vom Schloßgarten umgebenen Botanischen Garten in Münster nur die *f. albopulverea* zog, und keine anderen Kapuzinerkressen darin zum Blühen kamen, fanden sich in der Nachkommenschaft einige, zum Teil auch sonst als Bastarde kenntliche, homogen grüne Pflanzen. Der Pollen muß also ziemlich weit transportiert werden.

Die Sippen und ihre Konstanz.

Zieht man eine größere Anzahl käuflicher Sippen der Kapuzinerkresse nebeneinander — das Saatgut für alle meine Versuche wurde von Haage und Schmidt in Erfurt bezogen —, so müssen die Unterschiede in dem Grün der Laubblätter auffallen. Manche Sippen haben sehr dunkles Laub, z. B. *T. m.* King Theodore, andere auffallend helles, z. B. *T. m. coeruleoroseum* und *T. peltophorum* (*Lobbianum*) *fimbriatum*. Setzt man die Menge Rohchlorophyll bei der erstgenannten Sippe gleich 100, so zeigt (nach Bestimmungen aus dem Jahre 1909) die zweite in gleich großen Blattflächen nach der einen Probe 70, nach der andern 54, und die dritte 77. Solche Unterschiede sind sicher erblich, wie mich einige orientierende Versuche lehrten.

Daneben gibt es auch richtige *chlorina*, z. B. *T. m.* Golden Queen „gelblättrig“, deren Gehalt an Rohchlorophyll ich (1909) zu 27 Prozent der (freilich besonders dunkelgrünen) Sippe King Theodore bestimmte. Für Pflanzen derselben Linie fand später PLESTER (1912, S. 38 des S. A.), der sie mit einer heller grünen *typica* verglich, 39,2 Prozent. Nimmt man an, diese helle *typica* habe 70 Prozent des Rohchlorophylls der dunklen besessen (s. oben), so decken sich die beiden Bestimmungen für die *chlorina* (27 und 27,5 Prozent).

Die untersuchte weißbunte Sorte, *T. m.* Queen of Tom Thumb, war wahrscheinlich auch hinsichtlich der uns hier interessierenden Eigenschaft,

der Weißbuntheit, nicht erblich einheitlich, sondern bestand aus verschiedenen bunten Untersippen, die im folgenden aber einstweilen nicht auseinandergehalten werden. Es war eine weißbunte *typica*, bei der das dunkelste Grün freilich hinter dem der Sippe King Theodore zurückstand. Die Weißbuntheit ließ sich, wie wir sehen werden, ohne weiteres auch mit dem *chlorina*-Merkmal kombinieren.

Das Aussehen des bunten Blattes (Fig. 4) läßt sich am besten so beschreiben, daß zwei weißgrüne Mosaiken ineinandergreifen, ein grobes, wie es etwa

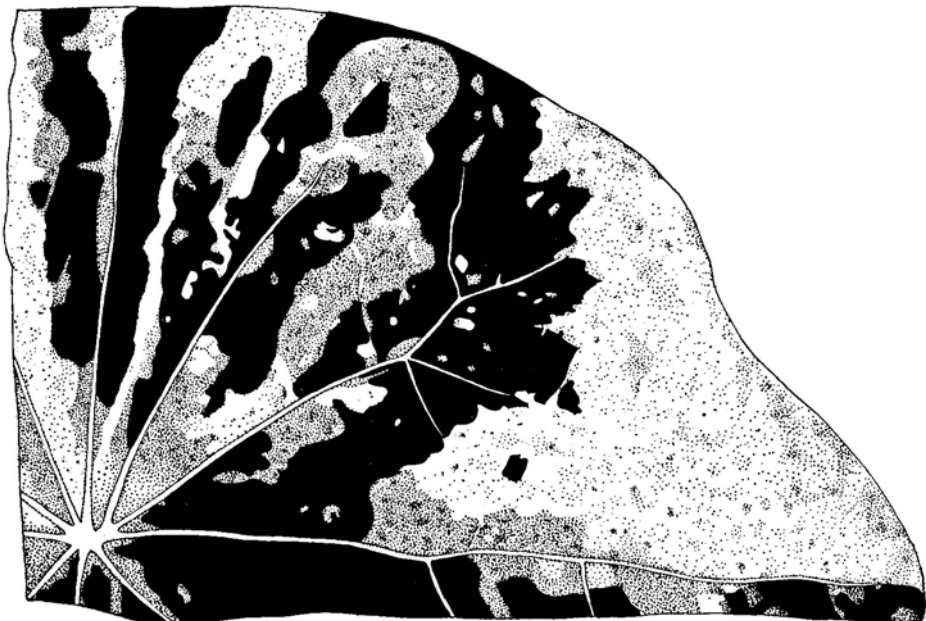


Fig. 4. Stück eines Blattes des *Tropaeolum majus typicum albopulverum*.
Vergr. 5 : 1. Dr. O. Römer nach einer Photographie von E. Lau gez.

auch die *albomarmorata*-Sippe zeigt, und ein sehr feines, wie es sich in ähnlicher, nur gewöhnlich doch noch größerer Ausbildung bei der *albovariabilis*-Sippe der *Capsella Bursa pastoris* (1919, S. 589, G. A. 46, 968) findet. Das Grün des groben Mosaiks kommt in zwei sehr deutlich verschiedenen Abstufungen vor, einer dunkleren und einer helleren, die wieder abgestuft ist. Das feine Mosaik wird von Gruppen aus ganz wenigen abweichenden Zellen gebildet, bis herab zu Einzelzellen. Auf den groben weißen Flecken sind diese kleinsten Zellgruppen grün und lassen, je nachdem sie lockerer oder dichter verteilt sind, die (im Grunde weißen) Flecken aus einiger Entfernung mehr oder weniger grünlich bis blaßgrün, selbst hellgrün, wie eine *chlorina*, erscheinen. Umgekehrt sind in den groben grünen Flecken kleine blasse Zellgruppen, wenn

auch spärlicher, eingestreut. Die Ausbildung der feinen Sprengelung schwankt. Das eine Extrem bilden Pflanzen, deren Blätter grob, fast rein weiß und rein grün gescheckt sind, das andere solche, bei denen die Blätter scheinbar, aus einiger Entfernung betrachtet, wie die einer *variegata*-Sippe grob hellgrün und dunkelgrün gefleckt erscheinen.

Selbstverständlich sind die beiden Mosaiken nicht scharf getrennt, sondern gehen ineinander über; wegen der feinen Fleckung, deren Elemente wirklich oft wie ein grüner Staub auf den Blättern zu liegen scheinen, verdient diese Sippe oder Sippengruppe den Namen *pulverea*.

Der Blattquerschnitt zeigt eine Schicht Palisaden und 3 bis 4 Schichten Schwammparenchym, die gewöhnlich zusammen so dick oder weniger dick sind, als die eine, an sich schon chlorophyllreichere Palisadenschicht für sich allein. Alle Schichten können voneinander unabhängig die weißbunte Fleckung zeigen, wobei das grobe Mosaik der Palisaden die dunkelgrünen Flecke gibt, das grobe der Schwammparenchymsschichten die hellergrünen. Ob die Palisaden allein oder auch die Schwammparenchymzellen darunter grün sind, hat wenig Einfluß auf die Färbung. Dagegen spielt bei den hellergrünen Flecken die Zahl der grünen Zellschichten des Schwammparenchyms eine deutliche Rolle und bringt die oben beschriebenen feineren Abstufungen des helleren Grün hervor. — Die farblosen Palisaden sind in gewohnter Weise verkürzt, selbst bis zu Formen, die breiter als hoch sind, so daß die weißen Stellen etwas eingesenkt erscheinen; das farblose Schwammparenchym ist ebenfalls weniger entwickelt, weniger locker. Die Plastiden sind zunächst kaum verkleinert, blaß grünlich-gelblich, später werden sie vakuolig und schließlich desorganisieren sie sich.

Bei den Laubblättern — die Kotyledonen kommen nicht über die Erde — nimmt die Buntheit allmählich zu, wie bei der *Ipomoea imperialis albomarmorata*, wenn auch lange nicht so auffällig. Die ersten zwei sind meist nur schwach gefleckt, die folgenden schon stärker usw., bis zu einem gewissen, immerhin sehr schwankenden Grade. — Die heranreifenden Früchte sind ebenfalls deutlich bunt, ebenso die Stengel und Blattstiele, wenn sich das auch bei ihrem geringen Chlorophyllgehalt der oberflächlichen Beobachtung entzieht. Nur werden auch hier statt Flecken Streifen ausgebildet, wie bei *Ipomoea*.

Mein besonderes Augenmerk war auf die Konstanz der Buntheit gerichtet. Sie ist nach den letzten, mit allen Vorsichtsmaßregeln durchgeführten Versuchen (mit Selbstbestäubung und strenger Inzucht) vollkommen. Ich hatte (nach dem Verhalten der *Mirabilis Jalapa variegata*) das Auftreten einzelner rein grüner Pflanzen erwartet. Es gab jedoch unter den mehr als 1200 geprüften Sämlingen nicht einen solchen. Wenn sich bei früheren Versuchen hie und da einer gezeigt hatte, war es sicher ein „Vizinist“ gewesen, wie gewöhnlich schon die abweichende Blütenfarbe verriet.

Dagegen fand sich in der (durch Selbstbestäubung erzielten) Nachkommenschaft einer *albopulverea*, deren Vorfahren (P 2 und P 3) ebenfalls weißbunt gewesen waren, neben 9 gewöhnlichen bunten Sämlingen einer (109 k), dessen Haupttrieb sektorial weißbunt und rein grün war und entsprechende, teils weißbunte, teils rein grüne Seitentriebe bildete.

Die Blüten dieser grünen Äste wurden sorgfältig selbstbestäubt. Von den so erhaltenen 19 Sämlingen waren (1916, Vers. 131) 13 homogen grün und 6 bunt. Die homogen grünen und die bunten wurden in zwei verschiedenen Gewächshäusern isoliert und selbstbestäubt, ohne daß Inzucht in jeder der beiden Gruppen wohl ganz ausgeschlossen war. Im letzten Jahr (1919) wurden je 30 Teilfrüchte von jeder Pflanze ausgesät. Sie ergaben die in Tabelle 3 zusammengestellten Resultate.

Tabelle 3.
Nachkommen der grünen und der bunten Pflanzen, die die grünen Teile der Pflanze 109k hervorgebracht hatten.

Versuchsnummer	homogen grüne Pflanzen			Versuchsnummer	weißbunte Pflanzen		
	P ₁ -Pflanze	F ₁ grün	weißbunt		P ₁ -Pflanze	F ₁ grün	weißbunt
185	131a	23	—	198	131o	—	17
189	e	26	—	199	p	—	19
193	i	26	—	200	q	—	9
	zusammen	75	—	201	r	—	22
186	b	22	9	202	s	—	30
187	c	22	7	203	t	—	27
188	d	12	5		zusammen	—	124
190	f	23	7				
191	g	22	4				
192	h	25	4				
194	k	22	6				
195	l	6	3				
196	m	16	5				
197	n	15	7				
	zusammen	185	57 23,6 %				

Von den 13 homogen grünen Pflanzen hatten also 3 nur grüne Nachkommen gegeben, 10 dagegen teils grüne, teils *albopulverea*, und zwar sehr annähernd auf 3 grüne 1 weißbunte. Die 6 weißbunten Sämlinge endlich hatten nur wieder ihresgleichen hervorgebracht.

Die rein grünen Triebe der sonst bunten Pflanze 109k verhielten sich demnach genau wie die der rein grünen Äste einer *Mirabilis Jalapa variegata* (1910, S. 422, G. A. 32, 659). Sie gaben eine Nachkommenschaft, wie wenn sie mendelnde Bastarde von der Abstammung *typica* + *albopulverea* wären (bei *variegata* mendelnde Bastarde der Abstammung *typica* + *variegata*). Unter den 19 Individuen von F 2 waren dann zu erwarten gewesen:

4 *typica*-Homozygoten (beobachtet 3), 10 *typica*-Heterozygoten (beobachtet 10) und 5 *albopulverea*-Homozygoten (beobachtet 6). Die berechneten und beobachteten Zahlen stimmen also recht gut zusammen.

Meine Hoffnung, unter den Nachkommen der *albopulverea*-Homozygoten wieder eine ähnliche Sektorialchimäre wie 109k zu finden, erfüllte sich nicht.

Bastardierungsversuche.

In ihrem Verhalten zueinander entsprechen die verschiedenen Sippen vollkommen den parallelgehenden der *Ipomoea imperialis*.

1. *F. chlorina* ♀ + *f. typica* King Theodore ♂.

Vers. 15 gab 4 auffallend hellgrüne Pflanzen mit nur 42 Prozent des Rohchlorophylls der *typica*. (Die *chlorina* hatte 27 Prozent.) F₂ bestand nur aus 5 Sämlingen, unter denen zufällig *chlorina* fehlte; daß der Bastard normal im Verhältnis 3 : 1 spaltet, lehren die später zu beschreibenden Versuche *typica albopulverea* + *chlorina homogenea*.

2. a) *F. typica albopulverea* ♀ + *f. typica homogenea* King Theodore ♂.

Vers. 20 gab nur 2 Pflanzen, beide homogen und ziemlich hell grün. Eine Bestimmung ergab 59 Prozent, eine zweite 83 Prozent des Rohchlorophyllgehaltes der Sippe King Theodore. F₂ bestand, nach Selbstbestäubung, bei dem einen Stock (Vers. 43 und 44) aus 13 *homogenea* und 6 *albopulverea* bei dem andern (Vers. 45 und 46) aus 6 *homogenea* und 2 *albopulverea*, zusammen also aus 19 *homogenea* und 8 (= 30 Prozent) *albopulverea*.

2. b) *F. typica albopulverea* ♀ + (*peltophorum*) *f. homogenea fimbriata* ♂.

Die 3 Pflanzen (Vers. 22) waren ebenfalls homogen und ziemlich hell grün. Zwei Bestimmungen gaben 45 und 57 Prozent Rohchlorophyll der Sippe King Theodore; die *fimbriata* hatte, damit verglichen, nur 77 Prozent. Als F₂ gab die eine Pflanze (Vers. 48) auf 14 rein grüne 5 bunte, die andere (Vers. 50) auf 7 rein grüne einen bunten Sämling, zusammen also 21 rein grüne und 6 (= 22 Prozent) bunte.

Bei der Bestäubung einer *albopulverea* mit dem Pollen von zweien dieser Bastarde (aus Vers. 22) entstanden 4 *typica homogenea* und 4 *typica albopulverea* (Vers. 33 und 34).

Rechnet man alle F₂-Nachkommen (der Versuche 20 und 22) zusammen, so sind es 40 homogen grüne und 14 (= 26 Prozent) bunte.

3. *F. typica albopulverea* ♀ + *chlorina homogenea* ♂.

Dieser Bastard wurde mehrere Male hergestellt. Stets war er homogen grün, wie eine helle *typica*. Die umfangsreichste zweite Generation wurde 1912 von 4 F₁-Pflanzen gezogen, die (Vers. 65, 1911) in einem Baumgarten zusammen isoliert worden waren. Sie bestand aus 118 Pflanzen. Ein zweiter, spontan entstandener Bastard (Vizinist) gab (Vers. 64) an 54 Sämlingen dasselbe Resultat.

Tabelle 4.
F₂ des Bastardes *typica albopulverea* + *chlorina homogenea*.

	Versuch 65		Versuch 64		Beide Versuche zusammen			
		%		%		be- rechnet	%	be- rechnet
<i>typica homogenea</i>	77	65	27	50	104	97	60	56,25
<i>typica albopulverea</i>	14	12	9	17	23	32	13	18,75
<i>chlorina homogenea</i>	23	19	16	30	39	32	23	18,75
<i>chlorina albopulverea</i>	4	3	2	4	6	10	3,5	6,25
zusammen	118	99	54	101	172	172	99,5	100,00
<i>typica</i>	91	77	36	67	127	129	74	75
<i>chlorina</i>	27	23	18	33	45	43	26	25
zusammen	118	100	54	100	172	172	100	100
<i>homogenea</i>	100	85	43	80	143	129	83	75
<i>albopulverea</i>	18	15	11	20	29	43	17	25
zusammen	118	100	54	100	172	172	100	100

Trotzdem die Zahlen starke Abweichungen von den zu erwartenden zeigen — vor allem sind in beiden Versuchen zu wenig *albopulverea* gefunden worden —, liegt doch sicher das Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 vor.

Aus Versuch 65 wurden 1913 5 *typica homogenea*, 5 *chlorina homogenea* und 8 *typica albopulverea* gruppenweise zusammen ausgepflanzt, die Gruppen möglichst voneinander isoliert und die Nachkommenschaft aufgezogen. Die gleichbehandelten 5 *chlorina albopulverea* hatten nicht angesetzt. Die Isolierung war ungenügend, und die Zahlen sind zu klein; doch stimmen die Ergebnisse mit der Erwartung überein. Unter den 5 homogenen *typica*-Pflanzen waren z. B. alle Genotypen vertreten, die sich in der zweiten Generation einer Dihybride in F₂ finden müssen: eine war konstant (55 Sämlinge), zwei gaben homogene *typica* und homogene *chlorina* (z. B. 14 und 5), eine homogene *typica* und weißbunte *typica* (31 + 5), und eine war wieder eine Dihybride (nur 3 Sämlinge, aber 1 *typica homogenea*, 1 *chlorina homogenea* und 1 *typica albopulverea*).

Die Versuche wurden nur noch fortgesetzt, um die Konstanz der *albopulverea* zu prüfen. Die Ergebnisse der Jahre 1914 und 1915 waren infolge der nicht ganz ausreichenden Isolierung nicht voll beweisend. Ganz sichere Resultate erhielt ich erst 1916, nachdem 1915 in einem Glashaus 13 *typica albopulverea* und 12 *chlorina albopulverea* zusammen isoliert und teils untereinander, teils selbstbestäubt worden waren. Alle 328 Sämlinge waren ausnahmslos wieder *albopulverea*.

1919 wurden nochmals Versuche angestellt mit Saatgut, das 1916 durch Isolieren und künstliche Bestäubung erzielt worden war. 27 *typica albopulverea*-Pflanzen verschiedener Herkunft, und zwar besonders stark und besonders schwach bunte (Vers. 144—151, 152—154, 156, 157, 158—173, 175

bis 180, 209, 184), gaben 627 Sämlinge, alle wieder *albopulverea*. 15 *chlorina albopulverea* (Vers. 134—143, 204—208) brachten 174 Sämlinge, ebenfalls nur ihresgleichen. Damit ist außerdem auch die zu erwartende Konstanz der herausgemendelten Kombination *chlorina albopulverea* nachgewiesen.

Rechnet man die Versuche der Jahre 1916 und 1919 zusammen, so sind 67 *albopulverea*-Pflanzen geprüft worden und haben 1129 ausschließlich bunte Nachkommen gegeben. (Die früher besprochene sektorial bunte Pflanze 109k war in einer anderen Linie aufgetreten.)

Wir können der *chlorina homogenea*, als Erbformel $CCnnHH$ geben, der *typica homogenea* $CCNNHH$, der *typica albopulverea* $CCNNhh$, wobei C , wie immer, das *chlorina*-Grün hervorbringt, N es zu *typica*-Grün steigert, und H die homogene Färbung bedingt. Dann ist der Bastard *typica albopulverea* + *chlorina homogenea* (entstanden aus den Keimzellen CNh und CnH) $CCNnHh$, homogen grün und spaltet als Dihybride auf. Dabei muß die *chlorina albopulverea* $CCnnhh$ als neue konstante Sippe, als Kombinante, entstehen, wie es die Versuche gelehrt haben.

Alles liegt also im wesentlichen wie bei der *Ipomoea imperialis*. Die gelbgrüne Sippe ist eine echte *chlorina*. Die weißbunte Sippe *albopulverea* unterscheidet sich nur dadurch von der *f. albomarmorata*, daß der Habitus der Weißbuntheit verschieden ist. Sie zerfällt wahrscheinlich in mehrere Untersippen. Daß bei *albomarmorata* keine sektorial rein grüne und bunte Pflanze beobachtet wurde wie bei *albopulverea*, liegt wohl nur an dem geringen Umfang der Versuche. Noch umfangreichere hätten vielleicht bei *albopulverea* doch noch die gesuchten rein grünen Sämlinge vom Genotypus *typica homogenea* + *typica albopulverea* ergeben, entsprechend den grünen Trieben des sektorial weißbunten und grünen *albopulverea*-Sämlings 109 k.

V. *Mercurialis annua versicolor* und *xantha*.

Die *versicolor*- und die *xantha*-Sippe traten in Münster i. W. in der Nachkommenschaft eines weißbunten Weibchens auf, das einer meiner Schüler, Hr. N. VON GESCHER, 1914 unter *Mercurialis annua* auffand, die er zu anderen Zwecken gezogen hatte. Es wurde eingetopft und zweimal zur Bestäubung in eine Freilandkultur gestellt.

Es war eine grob weiß und grün gefleckte Pflanze, mit ganz grünen und ganz weißen Ästen neben den bunten¹⁾. Die grünen Flecken zeigten die Abstufungen, die durch die Zahl und Ausdehnung der grün gebliebenen Zellschichten des Mesophylls bedingt werden. Die Früchte waren teils rein

¹⁾ Eine weißbunte, ebenfalls weibliche Pflanze wird von LÖHR (1910, Sp. 62) erwähnt, ohne daß über ihre Erblichkeit etwas mitgeteilt würde.

grün, teils rein weiß, teils bunt, ungefähr entsprechend dem Blatt, das den Fruchtstand trug. In Fig. 5 sind einige halbschematisch dargestellt. Die einsamigen Teilfrüchte (Kokken) wurden zur richtigen Zeit nach der Farbe getrennt geerntet und die Samen 1915 ausgesät. Tabelle 5 bringt das Resultat.

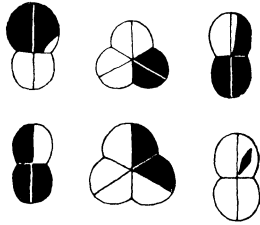


Fig. 5. Weißbunte Früchte von *Mercurialis annua*.

Von den 20 weißen Keimlingen des Versuches 1 erschienen 5 erst 1916.

Die Samen der weißen Kokken gaben also nur weiße, die der grünen nur grüne, die der bunten teils weiße, teils grüne Keimlinge, ganz wie es von einem *status albomaculatus* zu erwarten war (1909a, S. 322, G. A. 30, 641, 1919b, G. A. 47, 989). Bunte Sämlinge fehlten, wohl nur zufällig, ganz.

21 grüne Sämlinge wurden 1915 als einzige ihrer Art aufgezogen, wobei die 14 Weibchen im Kreise um die 7 Männchen herum aufgestellt wurden.

Von allen Weibchen zusammen wurden als zweite Generation (Vers. 5) 114 Sämlinge erzielt. 5 davon hatten rein gelbe, offenbar nur die Karotinoide (Karotin und Xanthophyll) enthaltende, später verbleichende Kotyledonen und gingen ohne weitere Entwicklung ein. Es waren, wie wir sehen werden, *xantha*-Keimlinge (1918, S. 235, G. A. 43, 894).

Tabelle 5.

Nachkommenschaft der weißbunten Stamm-
pflanze.

Versuchs- nummer	Farbe der Teilfrucht	Gesamt- zahl der Keimlinge	grün	weiß
1	rein weiß	20	—	20
2	bunt	11	3	8
3	rein grün	35	35	—
4	fraglich	4	2	2

gewesen waren, oder die ich wenigstens dafür gehalten hatte. Der Unterschied zwischen diesen Pflanzen und der weißbunten Stamm-pflanze war so groß, daß ich zunächst nicht daran zweifelte, daß bei *Mercurialis annua* zwei verschiedene Arten von Buntheit vorkämen. Die letzten Beobachtungen, unter anderm das Auftreten einiger Stöcke, die wenigstens äußerlich ganz der Stamm-pflanze glichen, haben mich darin wieder schwankend gemacht und zu weiterer Prüfung veranlaßt. Die Untersuchung ist durch die Geschlechtertrennung und die begrenzten Möglichkeiten zu wirksamer Isolierung von Paaren sehr erschwert.

Unter den übrigen Keimlingen fand sich einer, bei dem bereits die Kotyledonen, wenn auch nur schwach und fein, gelblich und grün bunt waren, und der sich auch weiterhin so entwickelte. Dazukamen nach und nach noch drei ähnlich bunte, deren Kotyledonen und erste Laubblätter zunächst rein grün

Die xantha-Sippe.

Die *xantha*-Sippe bietet insofern Interesse, als sie in den Aussaaten mit sehr verschiedenen Prozentzahlen auftritt. Doch gehören diese Zahlen deutlich gruppenweise zusammen.

1916 waren aus den grünen (und bunten) Schwesterpflanzen der *xantha*-Keimlinge 23 Paare aus je einem Männchen und einem Weibchen gebildet worden, die, so gut es gehen wollte, in verschiedenen Gewächshäusern, zum Teil auch in verschiedenen Abteilungen desselben Hauses, isoliert wurden. Um eine möglichst große Ernte zu erhalten, wurden die Töpfe, als die ersten Früchte reif waren, mit hohen Manschetten aus Pergaminpapier umbunden, die alle abgeschleuderten Samen auffingen. So konnte 1917 die Nachkommenschaft von 23 Weibchen aufgezogen werden. Das Resultat ist in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

Nachkommenschaft der grünen (und bunten) Geschwister der *xantha*-Keimlinge 1916.

Ver- suchs- nummer	Gesamt- zahl	grün	<i>xantha</i>		Ver- suchs- nummer	Gesamt- zahl	grün	<i>xantha</i>	
				%					%
6	101	101	—	—	18	149	149	—	—
7	105	105	—	—	19	191	191	—	—
8	90	80	10	11	20	355	355	—	—
9	85	85	—	—	21	81	65	16	20
10	195	175	20	10	22	140	140	—	—
11	104	85	19	18	23	97	97	—	—
12	134	132	2	1,5	24	92	88	4	4,3
13	206	206	—	—	25	131	131	—	—
14	106	106	—	—	26	149	149	—	—
15	149	149	—	—	27	279	224	55	20
16	383	383	—	—	28	138	138	—	—
17	137	133	14	10					

Das Material für Vers. 6—17 stammt von heller grünen, das für Ver. 18—27 von dunkler grünen (männlichen und weiblichen) Pflanzen. In beiden Reihen fanden sich annähernd gleich viel Heterozygoten (vier und drei). Die phaenotypischen Unterschiede sind demnach größer als die genotypischen zwischen Homozygoten und Heterozygoten, wenn solche überhaupt vorhanden sind.

Eine Gruppe der Weibchen (Vers. 11, 21, 27) hat also 18—20 Prozent *xantha* gegeben, eine zweite (Vers. 8, 10, 17) 10 Prozent oder annähernd soviel (einmal 11 Prozent); ein Weibchen (Vers. 24) gab 4,3 Prozent und eines (Vers. 12) sogar nur 1,5 Prozent.

Die Zahlen erklären sich leicht, wenn wir annehmen, das Grün komme durch (mindestens) zwei gleichsinnig wirkende Faktoren zustande, von denen

jeder für sich allein auch schon normales Grün gibt (Trow 1916 für *Senecio vulgaris*, CORRENS, 1918 S. 240, für *Urtica pilulifera*).

Bezeichnen wir den *xantha*-Faktor mit *Z* und mit *N*₁ und *N*₂ die beiden Faktoren für normales Grün, so hätte die *xantha*-Sippe als Erbformel *ZZn₁n₁n₂n₂* und die *typica* entweder *ZZN₁N₁n₂n₂* und *ZZn₁n₁N₂N₂*, was sich (wenigstens einstweilen) nicht unterscheiden läßt, oder *ZZN₁N₁N₂N₂*. Die *xantha* abspaltenden Heterozygoten sind dann:

- A = *ZZN₁n₁n₂n₂*, Keimzellen *ZN₁n₂* und *Zn₁n₂*,
- B = *ZZn₁n₁N₂n₂*, Keimzellen *Zn₁N₂* und *Zn₁n₂*,
- C = *ZZN₁n₁N₂n₂*, Keimzellen *ZN₁N₂*, *ZN₁n₂*, *Zn₁N₂* und *Zn₁n₂*.

Bei der Bildung der Paare, die isoliert wurden, brachte nun der Zufall entweder zwei Homozygoten (*ZZN₁N₁n₂n₂*, *ZZn₁n₁N₂N₂*, *ZZN₁N₁N₂N₂*) oder eine Homozygote und eine Heterozygote, oder zwei Heterozygoten zusammen. In den beiden ersten Fällen gibt es nur grüne Nachkommen. Im dritten (wenn zwei Heterozygoten zusammen kamen) können wieder drei Unterfälle eintreten. Entweder es kommt A mit A, B mit B oder A mit B zusammen; dann entstehen 25 Prozent *xantha*. Oder es kommt A oder B mit C zusammen; das gibt 12,5 Prozent *xantha*. Oder endlich es trifft sich C mit C; dann entstehen 6,25 Prozent *xantha*.

Wenn wir nun annehmen dürfen, daß die Samen, die *xantha*-Homozygoten geben, schlechter oder langsamer keimen als die übrigen, grüne Keimlinge gebenden, und zwar etwa um 20 Prozent, so entspricht die Gruppe aus Vers. 11, 21 und 27 mit 20 statt 25 Prozent *xantha* der Paarung von A mit A, B mit B und A mit B, die Gruppe aus Vers. 8, 10 und 17 mit 10 statt 12,5 Prozent *xantha* der Paarung von A oder B mit C und Vers. 24 mit 4,3 statt 6,25 Prozent *xantha* der Paarung von C mit C. Ob Versuch 12 mit seinen 1,5 Prozent *xantha* in diese letzte Gruppe gehört oder auf die Existenz dreier gleichsinniger Faktoren für Grün hinweist, muß dahingestellt bleiben.

Bei der Fortsetzung der Versuche (1917) wurden wieder grüne Geschwister der *xantha*-Keimlinge, aus Versuch 10, 13 und 21, in kleinen Gruppen — ge-

gewöhnlich zwei Weibchen mit einem Männchen — isoliert. Ich hatte dabei aber weniger Glück; nur 5 Weibchen spalteten wieder *xantha* ab. Nach den Nachkommen-

Tabelle 7.
Nachkommenschaft der grünen Geschwister der *xantha*-Keimlinge 1917.

aus Versuch	Versuchsnummer	Gesamtzahl	grün	<i>xantha</i>	
					%
	31	74	60	14	19
10	38	72	68	4	5,6
10	41	62	59	3	4,8
21	43	61	54	17	25
21	45	66	55	11	17

schaften gehörten offenbar 3 (Vers. 31, 43, 45) zum Typus A + A, B + B oder A + B und 2 (Vers. 38 und 41) zum Typus C + C; Typus A oder B + C fehlte.

Die *versicolor*-Sippe.

In drei Versuchen des Jahres 1917 — 11, 17, 24, Tab. 6 — fand ich die oben genannte Sippe, die sich vorher noch nicht gezeigt, oder die ich nicht beachtet hatte.

Sie ist dadurch charakterisiert, daß die Ausbildung der grünen Blattfarbstoffe sehr deutlich hinter der der gelben herhinkt, so daß jedes Blattstück zunächst gelb ist und erst später grün wird, und zwar unter äußeren Bedingungen, unter denen die gewöhnliche grüne Sippe gleich grün wird. Daher der Name *versicolor*. Wenn sich die

Kotyledonen entfalten, sind sie nahezu rein gelb, fast wie die der *xantha*-Sippe, werden dann aber nach und nach gleichmäßig genau so grün wie die der *typica*-Sippe. Inzwischen entwickelt sich das erste Laubblattpaar. Es ist zunächst fast ebenfalls rein gelb und wird dann, bevor es ausgewachsen ist, von der Spitze an nach der Basis fortschreitend normal grün, wie Fig. 6 zeigt, bis es ganz grün ist. Dann folgt das zweite Laubblattpaar wie das erste, und so geht es an Haupt- und Seitensprossen weiter. Doch wird der Gegensatz zwischen dem gelben „Herz“ der Triebe und den älteren, grünen Teilen meist allmählich schwächer, und schließlich sind alte *versicolor*-Pflanzen oft fast nicht mehr von *typica*-Pflanzen zu unterscheiden. In anderen Fällen ist die *versicolor*-

Tabelle 8.
Erstes Auftreten der *versicolor*-Sippe.

Versuchsnummer	Gesamtzahl (ohne <i>xantha</i>)	<i>typica</i> und <i>typ.</i> bunt	<i>versicolor</i>	
				%
11	85	63	22	26
17	92	61	31	34
24	88	55	33	37,5

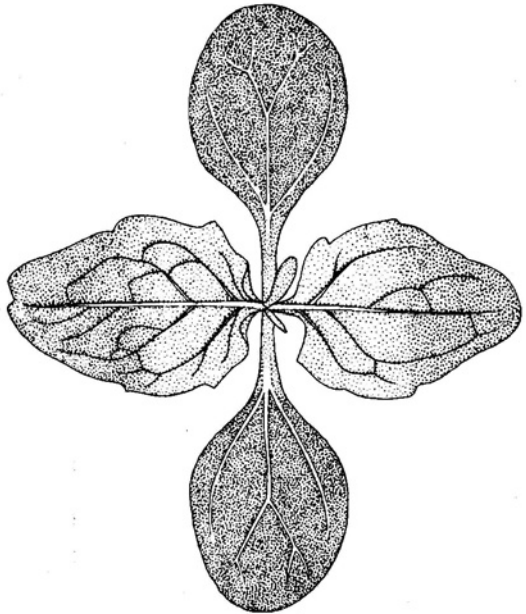


Fig. 6. Keimling der *Mercurialis annua versicolor*
Vergr. 2 : 1. Dr. O. Römer gez.

Die grüngelben Teile schwach, die rein grünen stark punktiert.

Eigenschaft beim Sämling zunächst noch wenig charakteristisch und ist später ganz auffallend ausgebildet. „Gute“ und „schlechte“ *versicolor* kommen im gleichen Topf nebeneinander vor und geben die gleiche Nachkommenschaft. Es haben demnach äußere Bedingungen starken Einfluß auf die Eigenschaft, ohne daß sie sich einstweilen genauer bestimmen ließen.

Soweit meine Versuche reichen, ist die Sippe völlig konstant. Sowohl 1917 als 1918 waren Männchen und Weibchen, teils gute, teils schlechte *versicolor*, zusammen isoliert worden. Das Ergebnis jener Versuche, bei denen die Sachlage nicht durch das Auftreten bunter Sämlinge verwickelt wurde, bringt Tabelle 9.

Tabelle 9.
Konstanzprüfungen der Sippe *versicolor*.

Versuchsnummer	Gesamtzahl	<i>typica</i>	<i>versicolor</i>	<i>xantha</i>	Versuchsnummer	Gesamtzahl	<i>typica</i>	<i>versicolor</i>	<i>xantha</i>
52	49	—	49	—	59	17	1	16	—
53	22	—	22	—	60	47	—	47	—
54	26	—	26	—	61	71	—	71	—
55	14	—	14	—	62	7	—	6	1
56	21	—	21	—	63	20	—	20	—
57	45	—	45	—	98	34	—	33	1
58	31	—	31	—	zusammen 404		1	401	2

Die eine *typica* in Vers. 59 war wohl sicher Folge einer Verunreinigung; die zwei *xantha*-Keimlinge stören das Ergebnis nicht.

Schon das Auftreten der *versicolor*-Pflanzen in den Versuchen 11, 17 und 24 (S. 1047) macht es sehr wahrscheinlich, daß im Bastard *typica* + *versicolor* die *typica* ganz oder nahezu dominiert und in F₂ Spaltung eintritt. Dies wurde durch besondere Versuche bestätigt.

1917 wurden *typica*-Pflanzen des einen Geschlechts mit *versicolor*-Pflanzen des anderen isoliert. F₁ bestand 1918 teils nur aus *typica*, teils, selten, zu ungefähr gleichen Teilen aus *typica* und *versicolor*, je nachdem das eine Elter eine homozygotische oder heterozygotische *typica* gewesen war.

Tabelle 10.
F₁ der Bastarde *typica* + *versicolor*¹⁾.

Versuchsnummer	P ₁ ♀	P ₁ ♂	Gesamtzahl	<i>typ.</i>	<i>versi-color</i>	%	Versuchsnummer	P ₁ ♀	P ₁ ♂	Gesamtzahl	<i>typ.</i>	<i>versi-color</i>	%
34	<i>typ.</i> 22	<i>vers.</i> 17	94	94	—	—	69	<i>vers.</i> 24	<i>typ.</i> 16	53	53	—	—
35	<i>typ.</i> 22	<i>vers.</i> 17	70	70	—	—	70	<i>vers.</i> 24	<i>typ.</i> 16	25	25	—	—
76	<i>typ.</i> 9	<i>vers.</i> 11	72 ²⁾	39	29	40	88	<i>vers.</i> 17	<i>typ.</i> 22	90	90	—	—

¹⁾ Bei den Elternpflanzen (P₁) gibt die Zahl den Versuch an, aus dem sie stammen (Tabelle 6, S. 1045).

²⁾ 4 Keimlinge waren bei der Aufnahme als unbestimmbar bezeichnet worden und wahrscheinlich „schlechte“ *versicolor* gewesen.

Tabelle 11.
F₂ des Bastardes *typica* + *versicolor*.

Forts. von Ver-suchen	Ver-suchs-nummer	Ge-samt-zahl	<i>typica</i>	<i>versi-color</i>	%	Forts. von Ver-suchen	Ver-suchs-nummer	Ge-samt-zahl	<i>typica</i>	<i>versi-color</i>	%
35u.76	94	48	35	13	27	69	105	2	2	—	—
69	99	6	4	2	106		15	13	2	—	—
88	100	44	31	13	30		107	19	13	6	—
69	104	11	5	6	108		42	31	11	26	—
							zusammen	187	134	53	28

Die zweite Generation wurde in der gewohnten Weise durch Isolierung von Paaren aus Männchen und Weibchen der ersten erzielt.

Die *f. versicolor* bildet demnach mit der *f. typica* einen Bastard, in dem die *typica* ganz oder nahezu ganz dominiert, und der regelmäßig im Verhältnis 3 *typica* : 1 *versicolor* aufspaltet.

Die *versicolor*-Eigenschaft ist also nach der Presence- und Absence-Theorie durch das Fehlen eines einzigen Genes bedingt, das sonst die gleichzeitige Bildung der gelben und grünen Blattfarbstoffe (unter den gewöhnlichen Bedingungen) veranlaßt. Bei seiner Abwesenheit werden die grünen wesentlich später gebildet. Bei der *xantha*-Sippe ist die Bildung der grünen Farbstoffe ganz verhindert, bei der *versicolor*-Sippe nur hinausgeschoben. — Dieselben Bedenken, die man gegen *xantha* als Ausgangspunkt einer Entwicklungsreihe erheben kann (1918, S. 242, G. A. 43, 900), kann man auch gegen *versicolor* als Vorstufe der *typica*-Sippen geltend machen.

Die Trennbarkeit der Bildung der gelben und grünen Blattfarbstoffe durch äußere Einflüsse ist jedem Pflanzenphysiologen bekannt. Erfolgt die Keimung der Samen oder das Austreiben der Knospen bei Lichtausschluß, so entstehen gewöhnlich nur die gelben, nicht auch die grünen Farbstoffe, ebenso bei zu niedriger Temperatur am Licht. Bei Lichtzutritt oder genügender Wärme werden die grünen nachträglich gebildet. Was sich hier durch Änderung der äußeren Bedingungen erzielen läßt, ist bei der *versicolor*-Sippe erblich festgelegt: die (inneren) Bedingungen für die Bildung der Chlorophylle treten erst später ein als die für die Bildung der Karotinoide. Auch daß das Ergrünen jedesmal an der Spitze der Laubblätter beginnt und allmählich nach der Basis vorrückt, ist nicht weiter auffällig. Durch die basipetale Fertigstellung des Blattes ist es gegeben, daß die Bedingungen für die Bildung der Chlorophylle zuerst an der Blattspitze verwirklicht werden und nach dem Blattgrunde vorrücken.

Sehen wir von den bunten Pflanzen ab, so haben wir bei *Mercurialis annua* kennengelernt:

1. Eine *xantha*-Sippe, mit gelben, nicht lebensfähigen Keimlingen, rezessiv gegen *typica*. Weil das *typica*-Grün durch einen oder durch zwei gleichsinnige Faktoren bedingt sein kann, spaltet der Bastard *typica* + *xantha* im Verhältnis 3 : 1 und 15 : 1.

2. Eine *versicolor*-Sippe, mit zunächst gelbem, später typisch grün werdendem Laube, und deshalb lebensfähig, ebenfalls rezessiv gegen *typica*. Der Bastard mit *typica* spaltet normal im Verhältnis 3 *typica* : 1 *versicolor* auf.

Meinen Assistenten, Frl. DR. LILIENFELD und Hrn. DR. KAPPERT, sowie Frl. E. LAU habe ich für viele Hilfe bei der Ausführung der Versuche zu danken.

Literaturverzeichnis.

- E. BAUR, 1909. Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „Varietates albomarginatae hort.“ von *Pelargonium zonale*. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 330.
- C. CORRENS, 1909 a. Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. A. a. O. Bd. I, S. 291, G. A. 30, 613.
- , 1909 b. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung. Ebendort, Bd. II, S. 131, G. A. 31, 648.
- , 1910. Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden *Mirabilis*-Sippen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXVIII, S. 418, G. A. 32, 657.
- , 1918. Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde. Diese Sitzungsber., 28. Febr., S. 221, G. A. 43, 880.
- , 1919 a. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. I. *Capsella Bursa pastoris albovariabilis* und *chlorina*. Diese Sitzungsber., Juni, S. 585, G. A. 46, 965.
- , 1919 b. II. Vier neue Typen bunter Periklinalchimären. A. a. O., 23. Okt., S. 820, G. A. 47, 989.
- E. KÜSTER, 1916. Pathologische Pflanzenanatomie. Jena.
- TH. LÖHR, 1910. Die Panachüre. Botan. Zeitung, 68. Jahrg., Sp. 41.
- W. PLESTER, 1912. Kohlensäureassimilation und Atmung bei Varietäten derselben Art, die sich durch die Blattfärbung unterscheiden. COHNS Beitr. z. Biologie d. Pflanzen, Bd. XI, S. 249. Zitiert n. d. Sonderabzug.
- A. H. TROW, 1916. On „Albinism“ in *Senecio vulgaris* L. Journ. of Genetics Vol. VI, S. 65.
- R. WILSTÄTTER und A. STOLL, 1913. Untersuchungen über Chlorophyll. Methoden und Ergebnisse. Berlin.

49. Die geschlechtliche Tendenz der Keimzellen gemischtgeschlechtiger Pflanzen.

Zeitschrift für Botanik, Jg. 12, Heft 2, S. 49—60, 1920.

Der wesentliche Unterschied zwischen einer gemischtgeschlechtigen (zwittrigen oder einhäusigen) und einer getrenntgeschlechtigen höheren Pflanze besteht darin, daß bei der gemischtgeschlechtigen beide Potenzkomplexe¹⁾, der männliche und der weibliche, gleich entfaltungsfähig sind und entfaltet werden, wenn auch — von Mißbildungen abgesehen — beim einzelnen Organ jedesmal nur einer zum Vorschein kommt, während bei der getrenntgeschlechtigen eine Zustandsänderung, eine Unterdrückung des einen Komplexes für das ganze Individuum eintritt, und sich nur der andere entfaltet.

Als ich meine Bastardierungsversuche mit der getrenntgeschlechtigen *Bryonia dioica* und der gemischtgeschlechtigen *B. alba* zur experimentellen Lösung des Problems der Geschlechtsbestimmung ausführte, schien es mir bei der letzteren, einhäusigen Art ganz unmöglich, daß für die generativen Kerne der Pollenkörner und für die Eizellen eine andere Geschlechtstendenz in Frage kommen könnte, als die, wieder einen gemischtgeschlechtigen, einhäusigen Organismus hervorzubringen (1907, S. 16). Ebenso natürlich schien es mir, für die entsprechenden Keimzellen einer zwittrigen höheren Pflanze die Tendenz anzunehmen, einen zwittrigen Organismus zu geben. Daß er beides, sowohl Staubgefäße als Fruchtblätter, hervorbringt, muß erblich in ihm festgelegt sein. Das ist seine zwittrige Tendenz. Es sind alle

¹⁾ Um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen, sei hinsichtlich der Terminologie bemerkt, daß im folgenden unter „Potenzen“ mit DRIESCH und KLEBS alle Fähigkeiten zusammengefaßt werden, die der Organismus unter den verschiedenen möglichen äußeren Bedingungen überhaupt zeigen kann. Unter „Tendenz“ verstehe ich dann den Teil der Potenzen, der unter den gegebenen Bedingungen wirklich entfaltet wird. Mit „Valenz“ endlich bezeichne ich die Stärke der Tendenz, die Größe der Überlegenheit der sich entfaltenden oder entfaltungsfähigen Potenzen gegenüber denen einer anderen Keimzelle (CORRENS, 1917, S. 691, G. A. 42, 855). Ein Beispiel: Die männliche und die weibliche Pflanze der *Bryonia dioica* haben beide genau die gleichen männlichen und weiblichen Potenzen, ebenso ihre Keimzellen. Jede Zelle der diploiden und haploiden Phase hat aber eine bestimmte Tendenz, eine männliche oder weibliche. Ob sich die beiderlei Keimzellen der haploiden Phase des heterogametischen männlichen Geschlechtes durch ihre verschiedene (männliche oder weibliche) Tendenz unterscheiden (CORRENS), oder bei gleicher (männlicher) Tendenz nur durch ihre verschiedene Valenz den Keimzellen des weiblichen Geschlechtes gegenüber (NOLL, STRASBURGER), ist noch strittig.

geschlechtlichen Potenzen, männliche und weibliche, entfaltungsfähig. Dazu muß aber auch die Folge, in der die Organe ausgebildet werden, erblich fixiert sein. Die Vorgänge, die dann bestimmen, ob sich bei einer zwittrigen Pflanze ein Zellocker zu einem Staubgefäß oder einem Fruchtblatt entwickelt, bei einer monözischen Pflanze eine Blütenanlage zu einer männlichen oder weiblichen Blüte wird, eine Infloreszenz männliche oder weibliche Blüten hervorbringt, schienen mir diese Tendenz, die in den einzelnen aufbauenden Zellen und damit auch in den Keimzellen steckt, nicht zu treffen. — Die Eizelle und die generative Zelle des Pollenkorns einer Erbse oder einer Tulpe würden, meiner Meinung nach, auch für sich allein in echter Parthenogenese entwickelt, eine zwar haploide, aber normal zwittrige — nicht eine weibliche oder eine männliche — Erbsen- oder Tulpenpflanze geben. Nach der erst seitdem geprägten JOHANNSEN'schen Terminologie könnte man von einer rein phänotypischen Bestimmung der Organe einer Zwitterblüte sprechen.

Mit dieser Ansicht über die Geschlechtstendenz der Keimzellen zwittriger höherer Pflanzen bin ich nun vielfach auf Widerspruch gestoßen. Ich sehe davon ab, die abweichenden Ansichten im einzelnen zu besprechen und verweise auf Stellen, wo das geschehen ist (1913, S. 50, 1916, S. 14. G. A. 39, 787). Nur eine andere Annahme scheint mir noch diskutierbar.

Der Zustand, der durch die normale Vereinigung der beiderlei Keimzellen entsteht, beweist an sich für ihre Tendenz vor dieser Vereinigung nichts. Wissen wir doch durch die ausgezeichnete Fortsetzung, die EL. und EM. MARCHAL den Versuchen PRINGSHEIM's und STAHL's gegeben haben, daß die diploide Phase (der Sporophyt) der Laubmoose gemischtgeschlechtig ist, auch wenn die haploide Phase (der Gametophyt) und ihre Keimzellen getrennten Geschlechtes sind. Denn daran ist wohl nicht zu zweifeln, daß die Eizelle und das Spermatozoon eines diözischen Moooses, etwa des *Bryum argentum* oder *caespitium*, für sich zur Weiterentwicklung gebracht, ein weibliches und ein männliches Protonema und daran beblätterte, weibliche und männliche Stämmchen geben würden (obwohl sie beiderlei Potenzen enthalten). Die Vermehrung durch einzelne Keimzellen würde gewiß kein anderes Resultat geben, wie die durch Brutorgane, und für diese ist ja, besonders durch die auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen NOLL's (zitiert bei O. SCHULTZE, 1903, S. 220) und der MARCHAL's (1906, S. 27 des S. A.), bekannt, daß sie das Geschlecht der Pflanze, die sie hervorgebracht hat, getreu weitergeben.

So könnte der zwittrige Zustand einer Erbsen- oder Tulpenpflanze auch aus der Vereinigung zweier Keimzellen mit verschiedener Tendenz, einer mit männlicher und einer mit weiblicher, hervorgehen. Da es sich aber nicht um ein regelloses Mosaik handelt, wie es etwa weißbunte Blätter zeigen¹⁾, sondern die männ-

¹⁾ Und wie es offenbar auch bei den Regeneraten aus den Seten diözischer Moose wenigstens teilweise auftritt.

lichen und weiblichen Organe oder Blüten in ganz bestimmter Folge gebildet werden, müßte auch hier noch für jede gemischtgeschlechtige Blütenpflanze ein besonderer, vererbbarer Mechanismus angenommen werden, der diese Folge bestimmte.

Der Unterschied der beiden Verhalten, des eben besprochenen und des oben erwähnten, liegt darin, daß bei dem ersten sowohl die männliche als die weibliche Keimzelle einer zwittrigen oder einhäusigen Pflanze alle Potenzen in entfaltungsfähigem Zustande in den Embryo brächte, bei dem zweiten die beiden Keimzellen sich gegenseitig ergänzten, indem die männliche Keimzelle nur die männlichen, die weibliche nur die weiblichen Potenzen entfaltungsfähig auf den Embryo übertrüge. Bezeichnen wir die männlichen Anlagen mit M , die weiblichen mit W und drücken die Tendenz, den entfaltungsfähigen Zustand, durch Schrägdruck aus, so wären im ersten Fall die Keimzellen M_1W_1 und M_2W_2 und die zwittrige Pflanze $M_1M_2W_1W_2$, im zweiten die Keimzellen M_1W_1 und M_2W_2 und die zwittrige Pflanze $M_1M_2W_1W_2$.

Trifft die erste Annahme zu, so ist es ohne weiteres verständlich, daß in jede männliche und weibliche Keimzelle wieder beide Anlagenkomplexe in gleich entfaltungsfähigem Zustand eintreten. Bei der zweiten müßte aber irgendwo während des Entwicklungsganges (wie bei einem diözischen Moose) die Zwittertendenz der diploiden Phase bei der haploiden wieder in die getrenntgeschlechtige Tendenz übergeführt werden. Bei den Moosen kennen wir seit STRASBURGER'S Untersuchungen an *Sphaerocarpus* diesen Vorgang und auch den Zeitpunkt genau: es ist die Reduktionsteilung der Sporenmutterzellen, die zwei Sporen mit männlicher und zwei mit weiblicher Tendenz (gewiß nicht mit männlicher und weiblicher Potenz) den Ursprung gibt. Bei einer zwittrigen Blütenpflanze kommt dieser Prozeß (die Reduktionsteilung) für die Geschlechtsbestimmung selbst — ob männliche oder weibliche Keimzellen gebildet werden — nicht mehr in Betracht. Denn wenn ein Gewebehöcker zu einem Staubblatt oder einem Fruchtblatt auswächst, ist damit schon bestimmt, daß die eine oder die andere Sorte Keimzellen gebildet wird. Es könnte sich bei der Reduktionsteilung nur noch darum drehen, daß bei den schon physiologisch geschlechtlich bestimmten Sporen, Embryosack und Pollenkorn, genetisch die zwittrige Tendenz in die eingeschlechtige (getrenntgeschlechtige) geändert würde.

Handelte es sich um die saubere Scheidung der zwei bei der Befruchtung vereinigten Tendenzen, wie wir sie bei den diözischen Moosen finden, so müßten wenigstens zweierlei Pollenkörner gebildet werden. Daß das nicht der Fall ist, läßt sich experimentell zeigen (CORRENS 1916, G. A. 39, 785). Es könnte also nur die Unterdrückung je einer Hälfte der Potenzen in Frage kommen, ohne einen Verlust an Keimzellen, und diese Unterdrückung würde vollkommen abhängig sein von der vorher vollzogenen Bestimmung des ganzen Organes, also schon durch diese mitbestimmt. Beim Staubgefäß würden stets

die weiblichen Potenzen, beim Fruchtblatt stets die männlichen unterdrückt. Denn nur so könnte die Anthere ausschließlich Keimzellen mit der männlichen, das Fruchtblatt solche mit der weiblichen Tendenz bilden. Es wäre das ein Vorgang, für den keinerlei Notwendigkeit einzusehen wäre, da ja die Entscheidung über das Geschlecht, die Rolle, die die Keimzellen bei der Fortpflanzung übernehmen, längst vorher gefallen ist.

Es läßt sich nun leicht zeigen, daß von dem Moment an, wo bei einer zwittrigen Blütenpflanze die Entscheidung über das Geschlecht eines Sporophylls oder einer Blüte getroffen ist, bis mindestens zu dem Moment, wo die Reduktionsteilung einsetzt, die zwittrige Tendenz beibehalten ist, trotzdem das Organ männliche oder weibliche Keimzellen hervorbringt.

Um darüber Aufschluß zu erhalten, könnte man die vegetative Vermehrung zu Hilfe nehmen. BEYERINCK (1912, S. 80), der in der Bildung der männlichen und weiblichen Sprosse einer monözischen Pflanze eine „organbildende Mutation“ sieht, schlägt vor, aus der männlichen und weiblichen Region Stecklinge zu machen, die, falls es sich wirklich um einen solchen Vorgang handeln würde, ihr Geschlecht beibehalten müßten. Er hält es für möglich, auf diese Weise die Eiche in ein männliches und ein weibliches Individuum zu zerlegen. Solche Versuche hatte ich schon einige Jahre vorher wiederholt mit *Bryonia alba* angestellt, bei der jeder blühende Sproß erst eine Anzahl männlicher Blütenstände und dann eine Anzahl weiblicher hervorbringt. Die Stecklinge ließen sich aber nicht auf die Dauer am Leben erhalten, geschweige denn zur weiteren Entwicklung bringen. Ich habe deshalb seinerzeit auch nichts davon erwähnt.

Was bei solchen Versuchen herauskommen würde, läßt sich außerdem mit aller Sicherheit aus dem Verhalten der apogamen Blütenpflanzen sagen. Sind sie ursprünglich Zwitter (*Alchimilla*, *Taraxacum*), so geben sie aus der diploiden Eizelle wieder zwittrige Nachkommen, sind sie getrenntgeschlechtig, also weiblich (*Antennaria*), wieder weibliche. Ebenso verhalten sich Pflanzen mit Nuzellarembryonen (*Citrus*, *Hosta* zwittrig, *Coelebogyne* weiblich). So würden auch ganz gewiß aus den Stecklingen des männlichen und des weiblichen Abschnittes eines Sprosses der *Bryonia alba* wieder früher oder später gemischtgeschlechtige, einhäusige Pflanzen hervorgehen.

Bei den Blütenpflanzen ließe sich nur dann noch näher an das Problem herankommen, wenn es gelänge, wenigstens bei einer befruchtungsbedürftigen Eizelle Parthenogenese auszulösen und so den Einwand auszuschalten, bei der Reduktionsteilung (die ja bei Apogamie ausfällt), oder später während der haploiden Phase, würde doch noch der eine Potenzenkomplex unterdrückt.

Der Vorgang, der bei einem gemischtgeschlechtigen Laubmoos bestimmt, ob ein Gametangienstand Antheridien oder Archegonien bilden wird, ist eine völlige Parallele — in physiologischer Hinsicht — zu dem Vorgang, der bei einer einhäusigen Blütenpflanze den einen Blütenstand männlich, den anderen weiblich werden läßt. Bei dem Moose schiebt sich aber zwischen ihn und die Keimzellen nicht noch eine Reduktionsteilung ein.

Es läßt sich nun beweisen, daß selbst die Schwesterzellen von Spermatozoen und Eizellen noch die *gemischtgeschlechtige* Tendenz besitzen, und damit gewiß diese Keimzellen selbst auch, obwohl sie eine männliche oder weibliche Rolle bei der Fortpflanzung übernommen haben.

Ganz neuerdings hat G. SCHELLENBERG gezeigt (1919, S. 34 des S. A.), daß bei *Funaria* der sonst weiblich werdende Seitensproß (S. 55) durch Entgipflung des männlichen, der ihn hervorbringt, männlich gemacht werden kann.

Einige einschlägige Versuche hatten schon EL. und EM. MARCHAL (1909, S. 1257) mit dem einhäusigen *Amblystegium serpens* gemacht. Sie haben aus Stengelstücken, die zwischen zwei Antheridienständen lagen, und aus Stengelblättern und Hüllblättern (*feuilles bracteales*) Protonema und daran normale, also gemischtgeschlechtige Pflanzen erhalten. Dagegen läßt sich aber immer noch einwenden, daß die Änderung der zwittrigen in die männliche und weibliche Tendenz erst später, bei der Anlage der Antheridien und Archegonien, erfolge.

Ich hatte früher (1899, S. 420) gefunden, daß annähernd reife, aber noch nicht entleerte Antheridien der *Funaria hygrometrica* und Stücke von solchen Protonema aus den Wandzellen bildeten, ohne daß ich damals die weitere Entwicklung hätte verfolgen können. Hier knüpften die neuen Versuche an; der negative Erfolg der ersten konnte, nachdem einmal Protonema gebildet worden war, nur an den ungünstigen Bedingungen für die Entstehung der beblätterten Pflänzchen liegen.

In der Tat gaben 1909 *Physcomitrium pyriforme*, 1911 das nordamerikanische *Ph. turbinatum*, das ich zufällig benutzen konnte, und 1915 *Funaria hygrometrica* die erwarteten Resultate. Ich gehe hier nur auf den letzten, ausgedehntesten Versuch ein.

Die Geschlechterbildung ist bei allen drei unter sich ja verwandten Arten im wesentlichen die gleiche. Sie ist schon in der *Bryologia europaea* richtig dargestellt und neuerdings nochmals von Boodle (1906) für *Funaria* eingehend erörtert worden, dessen Angaben EL. und EM. MARCHAL (1911, S. 751) und G. SCHELLENBERG (1919) bestätigt haben.

Die am Protonema entstehenden beblätterten Stämmchen schließen mit einem großen, scheibenförmigen Antheridienstand ab. Von den Astanlagen des Stämmchens wächst meist nur eine aus und schließt dann gewöhnlich mit einem knospenförmigen Archegonienstand ab, zuweilen aber ebenfalls

mit einem Antheridienstand, und erst ein daran entspringender Sproß bildet den Archegonienstand. Inzwischen hat, wie wir schon sahen, G. SCHELLENBERG (1919, S. 34 des S. A.) gezeigt, daß man durch Entgipfeln des männlichen Sprosses den sonst weiblich werdenden Seitensproß auch männlich machen kann. Gelegentlich habe ich — bei *Physcomitrium turbina-tum* — Äste beobachtet, die, ungewöhnlich hoch am primären Sproß entspringend, Antheridien und Archegonien im selben Stand enthielten.

Es wurden aus nicht zu alten Ständen folgende Teile präpariert, und nach sorgfältigster mikroskopischer Kontrolle auf fein gesiebte Erde gebracht:

1. Hüllblätter der Antheridienstände,
2. Paraphysen der Antheridienstände,
3. noch grüne, aber annähernd reife Antheridien,
4. Hüllblätter der Archegonienstände,
5. annähernd und ganz reife Archegonien, einzeln auch befruchtete.

Die Töpfe selbst waren vor dem Besicken mit Erde im Heißluftsterilisator auf etwa 150° erhitzt worden, die gefüllten wurden im Dampftopf sterilisiert und mit sterilisierten Hälften von Petrischalen zugedeckt. Die Bewässerung erfolgte von unten mit abgekochtem Wasser. Die Kulturen standen in einem neuen Versuchsgewächshaus, in dem noch keine Moose gepflegt worden waren.

Die Paraphysen, Antheridien und Archegonien waren aus dem offenen Präparat mit einer jedesmal wieder sterilisierten Kapillare gefischt, in einen kleinen Tropfen sterilen Wasser auf sterilen Objektträger übertragen, mikroskopisch untersucht und dann mit etwas sterilem Wasser auf die Erde geschwemmt worden. Da diese Kulturen nicht gestört werden durften, das Wiederfinden der Objekte auf der Erde auch kaum möglich gewesen wäre, die Anfänge der Protonemabildung aber genauer verfolgt werden sollten, wurden noch Kontrollversuche angelegt, bei denen die Objekte in Uhrschildchen mit verdünnter Knopscher Nährlösung gebracht wurden.

Die Versuche gaben nun alle das gleiche Endergebnis: Es wurden normale, einhäusige Pflänzchen von dem schon geschilderten Aufbau gebildet. Verschieden war nur der Zeitpunkt ihres Auftretens; das Protonema der Hüllblätter hatte sie am raschesten, die Archegonien zuletzt gebildet, vielleicht nur zufällig später als die Antheridien.

Die mikroskopische Untersuchung der Kontrollversuche lehrte, daß bei den bekannten, keulenförmigen Paraphysen der Antheridienstände¹⁾ nicht die großen, kugeligen, chlorophyllreichen Endzellen ausgewachsen waren, wie man hätte erwarten können, sondern in der früher (1899, S. 419) beschrie-

¹⁾ Z. B. SACHS, 1874, S. 368, Fig. 253.

benen Weise darunterliegende Zellen (Abb. 1, A, B)¹⁾. Bei den Antheridien hatten, wie ebenfalls schon früher ermittelt worden war (l. c. S. 420), Wandzellen, hier und da auch der Antheridienstiel, das Protonema gebildet (Abb. 1, C, D). Bei jungen, noch geschlossenen oder eben geöffneten Archegonien kann wohl jede oberflächlich gelegene Zelle auswachsen (Abb. 2, B). Bei älteren, embryohaltigen sah ich ganz überwiegend Zellen des dann vergrößerten Stieles²⁾, gewöhnlich an der Abtrennungsstelle, ihre Chloroplasten vergrößern und Protonema bilden (Abb. 2, A), einzeln auch Zellen des Halses, soweit sie noch am Leben waren.

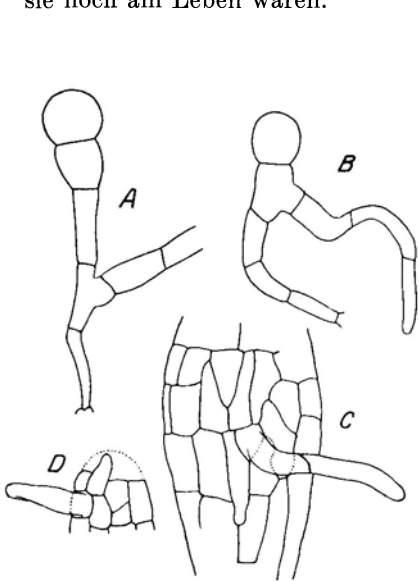


Abb. 1. *Funaria hygrometrica*. A, B abgelöste, protonemabildende Paraphysen eines Antheridienstandes. C, D Antheridien, deren Wand Protonema bildet. (180/1, aus 1899, Fig. 187.)

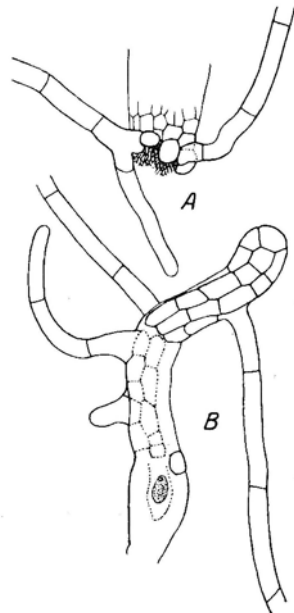


Abb. 2. *Funaria hygrometrica*. Protonemabildung eines jungen Archegoniums, B, und des Stieles eines alten, befruchteten, A. (180/1.)

Vergegenwärtigt man sich die Entwicklungsgeschichte des Antheridiums, so sieht man, daß Nachkommen der Schwesterzellen der Spermatozoen-Urmutterzellen das gemischtgeschlechtige Protonema gegeben haben. Das junge Antheridium wächst ja, wie wir seit LEITGEB's Untersuchungen wissen, mit einer zweisehnigen Scheitelzelle. Jedes Segment wird durch eine

¹⁾ Auch DE FOREST HEALD (1898, S. 182) hatte aus den Basalzellen der Paraphysen der *Funaria* Protonema erhalten, aber nur solange sie im Zusammenhang mit dem Stämmchen geblieben waren.

²⁾ Auf die Bedeutung des Stieles als Nährgewebe für den Embryo hat GÖBEL (1915, S. 532) aufmerksam gemacht.

(radiale) Längswand in zwei nebeneinanderliegende Zellen geteilt, und nun trennt eine periklinale Wand jedesmal eine äußere und eine innere Zelle ab. Die äußere trägt durch Teilungen zum Aufbau der Antheridienwand bei und bringt in unserem Versuch das Protonema hervor; die innere bildet eine Anzahl Spermatozoen. Diese (periklinale) Teilung entscheidet also, ob die folgenden Teilungen vegetative oder Keimzellen geben. Bei den Archegonien liegen die Dinge im wesentlichen ebenso, trotz des abweichenden Aufbaues.

In der freien Natur kommt etwas, was unseren Versuchen entspricht, bei der Fissidentacee *Conomitrium Julianum* vor: Sproßbildung an kurzen Protonemafäden, die aus der Außenfläche (SCHIMPER, 1876, S. 122) oder Innenfläche (GÖBEL, 1882, S. 390) der Haube, also aus einem Teil des Archegoniums, entspringen¹). Die Sprosse schreiten nach GÖBEL sehr bald zur Bildung von Geschlechtsorganen; in dem abgebildeten Falle zeichnet er eine terminal stehende weibliche Blüte. Das Moos ist nach LIMPRICHT einhäusig, mit wechselständigen „Blüten“, oft männlichen und weiblichen Knospen in derselben Blattachsel, während SCHIMPER sagt: *flores monoici, in ramulis lateralibus plus minus elongatis, feminei terminales, masculi axillares*.

Meine Versuche, diese Beobachtungen zu wiederholen, schlugen fehl; die prinzipielle Frage, wegen deren ich sie begann, ist durch die Versuche mit den *Funaria* - Archegonien gelöst.

Es ist kaum nötig zu betonen, daß Mittelbildungen zwischen Archegonien und Antheridien, wie sie wiederholt bei Lebermoosen und Laubmoosen beschrieben worden sind (von JANCZEWSKI, HY, HOLFERTY, R. MEYER, vgl. GÖBEL, 1915, S. 135), für unsere Frage belanglos sind. Denn sie beweisen nur — was wir schon wußten —, daß Antheridium und Archegonium die gleichen Potenzen besitzen, ob es sich nun um gemischtgeschlechtige oder getrenntgeschlechtige (homothallische oder heterothallische) Arten handelt.

Durch diese Versuche sind wir mit der Regeneration so nahe an die Keimzellen eines Laubmooses, und damit an die einer Kormophyte überhaupt herangekommen, als es zurzeit möglich ist. Nur die ungeschlechtliche Vermehrung direkt aus Spermatozoen und Eizellen würde uns noch weiter führen. Wir haben gefunden, daß noch die Schwesterzellen der Spermatozoen und Eizellen bei einem gemischtgeschlechtigen Laubmoose gemischtgeschlechtige — nicht männliche oder weibliche — Tendenz haben, und damit diese Keimzellen selbst sicher ebenfalls. Spermatozoen und Eizellen einer *Funaria*

¹) SCHIMPER sagt: *Facilis in aquariis colitur fructusque numerosissimos profer. Calyptrae plantarum hoc modo cultarum haud raro proliferae reperiuntur, ita tu fructus coronulam plantarum juniorum ferentes conspiciuntur. Calyptrae nempe et pariete sua exteriori radículas brunneas emittunt, e quibus turiones nascuntur sine porthallio praemisso.*

hygrometrica würden, für sich allein weiter entwickelt, gemischtgeschlechtiges Protonema und daran einhäusige Pflänzchen hervorbringen.

Damit wäre ein Beispiel für den früher ausgesprochenen Satz gegeben, daß das physiologische Verhalten einer Keimzelle — ob sie als Spermatozoon männlich oder als Eizelle weiblich funktioniert — unabhängig ist von der in ihr steckenden genetischen Geschlechtstendenz, die ja erst nach der Funktion der Keimzelle, bei der Zygote, dem Nachkommen, eine Rolle spielen wird. Es muß dann auch für die Keimzellen der Blütenpflanzen, bei denen man nicht so nahe an die Keimzellen selbst herankommen kann, mit derselben Unabhängigkeit gerechnet werden dürfen.

Das Verhalten der gemischtgeschlechtigen Laubmoose spricht also für die gemischtgeschlechtige Tendenz auch der Keimzellen einhäusiger und zwittriger Blütenpflanzen.

Berlin - Dahlem, den 4. Dezember 1919.

Literaturverzeichnis.

- BEIJERINCK, M. W., Mutation bei Mikroben. Folia microbiologia I. Delft. 1912.
BOODLE, L. A., The Monoecism of *Funaria hygrometrica* Sibth. Ann. of Bot. 1906. **20**, 293.
CORRENS, C., Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena. 1899.
—, Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. Berlin. 1907.
—, Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. Biol. Centralbl. 1916. **26**, G. A. 39, 785.
—, Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Sitzgsber. d. Kön. preuß. Akad. d. Wissensch. 1917. S. 685, G. A. 42, 849.
—, und GOLDSCHMIDT, R., Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. Berlin. 1913.
GÖBEL, K., Die Muscineen. Handbuch der Botanik. Bd. II. Breslau. 1882.
—, Organographie der Pflanzen. II. Aufl. 1913. **1**. 1915. **2**.
HEALD, F., A Study of Regeneration, as exhibited by Mosses. Botanical Gazette. 1898. **26**, 169.
MARCHAL, EL. et EM., Recherches expérimentales sur la sexualité des spores chez les mousses dioïques. Mem. couronn. publ. par la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique. Deux. Série. 1906. **1**.
—, Aposporie et sexualité chez les mousses. I. Bull. del' Acad. roy. de Belgique (Classe des sciences). No. 7. 1907.
—, II. Ebenda. No. 12. 1909.
—, III. Ebenda. No. 9—10. 1911.
SACHS, J., Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig. 1874.
SCHELLENBERG, G., Über die Verteilung der Geschlechtsorgane bei den Bryophyten. Beihefte z. Bot. Centralbl. 1919. **37**.
SCHIMPER, W. PH., Synopsis muscorum europaeorum, Ed. II. Stuttgart. 1860.
SCHULTZE, O., Zur Frage von den geschlechtsbildenden Ursachen. Archiv f. mikr. Anat. 1903. **63**.

50. Pathologie und Vererbung bei Pflanzen und einige Schlüsse daraus für die vergleichende Pathologie¹⁾.

Medizinische Klinik Jg. 16, Nr. 14, S. 364—369. 1920.

In den letzten zwanzig Jahren ist ein großer Teil der Vererbungslehre von Grund auf neu aufgebaut worden. Die Vorbedingungen dafür waren gegeben, einerseits durch das cytologische Studium der Befruchtungsvorgänge und der Keimzellbildung durch die Gebrüder HERTWIG, durch STRASBURGER und ihre Mitarbeiter, andererseits durch die theoretischen Untersuchungen NÄGELI's, WEISMANN's, GALTON's und Anderer. Den eigentlichen Anstoß zu der gewaltigen Entwicklung haben aber die Wiederentdeckung GREGOR MENDEL's und die Untersuchungen JOHANNSEN's über reine Linien gegeben. Auch der Anteil der Mutationstheorie von DE VRIES ist nicht gering anzuschlagen.

Wir wissen jetzt, daß sich die Gesetze, die MENDEL seinerzeit bei Erbsen gefunden hat, auch im Tierreich und beim Menschen nachweisen lassen; fraglich kann nur ihr Geltungsbereich sein. Es ist leicht verständlich, daß sie zuerst bei Pflanzen entdeckt und wiederaufgefunden worden sind. Mit der gewöhnlich vorhandenen Zwitterigkeit ist hier die Möglichkeit der Selbstbefruchtung gegeben. Dadurch ist das Ausgangsmaterial gewöhnlich in erblicher Hinsicht viel homogener, als im Tierreich, und die experimentelle Analyse eines Falles außerordentlich erleichtert. Das muß sich auch zeigen, wenn man die Erbllichkeit pathologischer Zustände untersuchen will. Da mir gerade auf diesem Gebiet eine Reihe älterer und neuerer eigener Beobachtungen vorliegt, möchte ich Ihnen hier kurz über das berichten, was überhaupt über die Vererbung von Monstrositäten und Krankheiten im Pflanzenreich bekannt ist, und versuchen, einige Ergebnisse hervorzuheben, die auch für die allgemeine Pathologie, und damit für die Kenntnis der Vererbung pathologischer Zustände beim Menschen, von Bedeutung sein dürften.

¹⁾ Vortrag, gehalten in der gemeinsamen Sitzung der Berliner Gesellschaft für pathologische Anatomie und vergleichende Pathologie und der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 23. Januar 1920. — Die besprochenen pathologischen Zustände wurden, soweit als möglich, in Lichtbildern gezeigt.

Wir wollen uns nicht mit der Definition dessen aufhalten, was wir einen pathologischen Zustand nennen. Es ist im Einzelfall meist klar, ob eine Eigenschaft hierher zu rechnen ist oder nicht, und eine scharfe Trennung vom normalen Zustand ist doch nicht möglich. Ich muß auch die Kenntnis des aller-einfachsten Falles mendelnder Vererbung, wie ihn etwa der öfter als Beispiel angeführte Bastard zwischen der weißen und der rosa Wunderblume (*Mirabilis Jalapa*) zeigt, voraussetzen.

Alle Eigenschaften, also auch die pathologischen Zustände, sind stets doppelt bedingt, durch innere und äußere Ursachen. Die inneren Ursachen sind das, was wir auch als *Erbanlagen* bezeichnen, und sind, mindestens zum großen Teil, an diskrete, trennbare und neu kombinierbare Träger, die Gene, gebunden. Es ist das eines der Hauptergebnisse der modernen Vererbungslehre. Die äußeren Ursachen sind in den Außenbedingungen, dem Milieu, den Ernährungsverhältnissen, den klimatischen Faktoren usw. gegeben. Unter sie fallen für das einzelne Organ auch die anderen Teile desselben Individuums. Die übrigen Blätter eines Zweiges sind für das einzelne Blatt Außenbedingungen, nicht bloß das Licht, welche das Blatt trifft, die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit usw.

Alle Ursachen, innere und äußere, sind für die Entstehung des Merkmals nötig und insofern gleich. Trotzdem bestehen — das weiß man schon lange — Unterschiede zwischen ihnen. Bald sind für einen bestimmten pathologischen Zustand die äußeren, bald die inneren Ursachen charakteristisch, und danach kann man vom Standpunkt der Vererbungslehre aus die Zustände in zwei große Abteilungen bringen.

In die erste gehören die Eigenschaften, für die die äußeren Ursachen charakteristisch sind. Die inneren stellen nur die Disposition dazu her. Es handelt sich um pathologische Zustände, die vom Individuum erworben sind. Ein Ihnen allen bekanntes Beispiel ist die Tuberkulose. So wichtig hier bekanntlich die Disposition für die Wirkung einer Infektion ist, das eigentliche, charakteristische Krankheitsbild ruft doch erst der Tuberkelbacillus hervor.

In die zweite Abteilung stellen wir alle jene pathologischen Zustände, für die die inneren Bedingungen charakteristisch sind. Die äußeren ermöglichen nur die Entfaltung. Hier liegen Eigenschaften vor, die vom Individuum ererbt sind. Als Beispiel können wir eine Stoffwechselkrankheit nehmen, etwa die Gicht, deren Ausbruch und Grad von äußeren Bedingungen, der Lebensweise usw. abhängig ist.

I.

Die nicht erblichen, erworbenen pathologischen Zustände können hier nur kurz gestreift werden, obschon hierher gerade die wichtigsten Pflanzenkrankheiten gehören, wie sie vor allem durch eine unabsehbare Menge von

Pilzen, seltener von Bakterien, dann durch ebenso zahllose Tiere und durch klimatische Einflüsse, schädliche Gase in der Luft und ähnliches hervorgerufen werden. In allen Fällen spielt die ererbte Disposition eine Rolle, die „Konstitution“, so gut wie bei den ähnlichen Krankheiten der Tiere und des Menschen. Nur insoweit interessieren sie uns hier.

Die Disposition einer äußeren Krankheitsursache gegenüber kann einen sehr weiten Kreis von systematischen Einheiten (Sippen) umfassen, oder einer sehr engen, schließlich auf eine erbliche Sippe beschränkt sein. Ja sie kann offenbar durch ihre Anwesenheit den einzigen Unterschied gegenüber einen anderen, sonst in allen Punkten gleichen Sippe ausmachen. Je weiter die Disposition verbreitet ist, desto weniger pflegen wir an ihre Notwendigkeit für das Zustandekommen einer Krankheit zu denken. Alle Menschen sind, wie es erscheint, für Masern prädisponiert, wenn wir aber zunächst die Anthropoiden, dann die übrigen Affen und weiter immer tiefer stehende Tiere prüfen, werden wir sicher zu einer Grenze kommen, wo diese Disposition, von der man beim Menschen nicht spricht, aufhört.

Es ist von vornherein zu erwarten, daß die vererbte Disposition auch den MENDEL'schen Gesetzen folgt. In der Tat hat schon bald nach der Wiederentdeckung BIFFEN zeigen können, daß das für die geringere oder größere Empfänglichkeit unserer Getreidesorten gegenüber den so außerordentlich schädlichen Rostpilzen gilt, und die Versuche NILSON-EHLE's haben es im wesentlichen bestätigt, wenn sie auch gelehrt haben, daß die Verhältnisse verwickelter sein können, als BIFFEN angenommen hatte. Die praktische Bedeutung liegt auf der Hand. Durch Neukombination der Erbanlagen muß sich aus einer sonst sehr anbauwürdigen, aber stark rostempfindlichen Sorte und einer sonst weniger empfehlenswerten, aber gegen den Rost widerstandsfähigen Sorte eine neue, gute und widerstandsfähige schaffen lassen.

Ähnlich verhält es sich mit der Fähigkeit der Getreidesorten, dem „Auswintern“, also dem Einfluß der Winterkälte, zu widerstehen. Auch diese geringere oder größere Empfindlichkeit folgt, wie wieder NILSON-EHLE gezeigt hat, den MENDEL'schen Gesetzen, wenn auch vielfach recht komplizierte Verhältnisse vorliegen. Ganz einfach verhält sich dagegen eine von mir gefundene „Delicata“-sippe der Wunderblume (*Mirabilis Jalapa*). Diese Art stammt aus dem subtropischen Amerika und erfriert in unserem Klima regelmäßig. Der erste starke Frost tötet die grünen Teile über der Erde, später gehen auch die Knollen im Boden zugrunde. In meinen Aussaaten fand ich nun Pflanzen, die sich schon über 0°, etwa bei +4° C, so „erkälten“, daß sie langsam ihr Laub verlieren und die Stengel zerfallen lassen, während die gewöhnlichen Pflanzen noch ganz unbeschädigt sind. Sie erwiesen sich sofort erblich konstant und bildeten mit der gewöhnlichen Sippe einen Bastard, der so resistent wie diese letztere war, aber in der zweiten Generation regel-

mäßig auf drei widerstandsfähige Individuen eine *Delicata* pflanze hervorbrachte.

Neben der ererbten Disposition spielt natürlich auch die erworbene eine Rolle. So ist für das Gelingen der Infektion mit Rostpilzsporen genügende Feuchtigkeit Bedingung, die das Eindringen der Keimschläuche sehr erleichtert oder erst möglich macht. Deshalb ist im einen Jahr die Krankheit viel schädlicher als im anderen, je nach dem Wetter, der Luftfeuchtigkeit, die zu der entscheidenden Zeit gerade herrscht.

Zu den erworbenen, nicht den vererbten pathologischen Zuständen rechnen wir heutzutage ganz allgemein auch jene, die durch direkte Übertragung der Infektionskeime von einem der Eltern auf das Kind zustande kommen. Eine solche Übertragung ist bekanntlich für Tuberkulose und Syphilis beim Menschen sichergestellt, wenigstens durch die Mutter, und kommt durch die Eier obligatorisch z. B. bei jenen Insekten vor, die, wie Cicaden und Schaben, stets Pilze oder Bakterien enthalten. Genau das gleiche finden wir auch im Pflanzenreich. Unter anderem werden nach МІЕНЕ's Untersuchungen die Spaltpilze, die in den Blattzähnen des kleinen tropischen, auch als Zierpflanze gezogenen Strauches *Ardisia crenata* Knötchen bilden, gleich dem Embryo im Samen, freilich nur äußerlich, mitgegeben. Sie leben aber auch im Blatt nur in Höhlungen, nicht in den Zellen des Wirtes.

Sehr wichtig scheint mir zu sein, daß es im Pflanzenreich auch sichere Fälle gibt, bei denen nicht Infektionskeime, sondern Stoffwechselkrankheiten direkt von Generation zu Generation weitergegeben werden.

Bei der Wunderblume (*Mirabilis Jalapa*), von der schon die Rede war, findet man Exemplare, deren Blätter weiß und grün gefleckt sind. Die weißen Teile sind krank; sie können die Kohlensäure der Luft am Licht nicht zersetzen, wie die grünen, und müssen ganz von diesen ernährt werden. Neben den buntblättrigen Trieben treten auch rein grüne und rein weiße auf. Aus den Vererbungsversuchen, die ich hier im einzelnen nicht vorführen kann, um Ihre Geduld nicht zu lang in Anspruch zu nehmen, geht hervor, daß der Krankheitszustand nur durch das Plasma der Eizelle übertragen wird. Der männliche Kern, der die Befruchtung ausführt, nimmt kein Plasma, oder doch keine wirksame Menge, aus dem ebenfalls weißkranken Pollenkern mit in die Eizelle. So richtet sich das Verhalten der Nachkommenschaft ganz nach der Mutter.

Von der Übertragung der Immunität der Mutter auf die Kinder, wie sie für die Tollwut des Hundes und (durch EHRLICH) für die Ricinfestigkeit der Mäuse bekannt ist, unterscheidet sich dieser Status *albomaculatus*, der auch bei anderen Pflanzen als der Wunderblume nachgewiesen worden ist, dadurch, daß die Ursache nicht allmählich, in Wochen, gewissermaßen durch Verdünnung, abnimmt und erlischt, sondern unbegrenzt mit der Entwicklung der befallenen Nachkommen Schritt hält.

Zum Teil abweichend verhalten sich die merkwürdigen bunten „Periklinalchimären“, Pflanzen mit weißer Haut und grünem Gewebekern. Bei dem ersten derartigen Gebilde, dem weiß„randigen“ *Pelargonium zonale*, dem „Geranium“ des Laien, nimmt BAUR nach seinen eingehenden Studien auch eine direkte Übertragung, aber nicht von Plasma, sondern von kranken Trägern des grünen Farbstoffes (Plastiden) an, und zwar nicht nur durch die Eizelle, sondern auch durch das Plasma aus dem Pollenschlauch, mit dem männlichen Kern. Meine Untersuchungen haben mich darüber belehrt, daß außer dieser Art von Periklinalchimären, dem *Status albotunicatus*, bei anderen Pflanzen noch andere, mindestens vier Arten vorkommen, denen allen der gleiche anatomische Bau zukommt, und die sich doch untereinander und von dem *Status albotunicatus* in ihrem erblichen Verhalten unterscheiden. Es würde aber viel zu viel Zeit beanspruchen, wollte ich sie Ihnen alle vorführen. Ich erwähne sie nur deshalb, weil sie sehr schön beweisen, daß aus dem anatomischen Bau auch rein gar nichts über die Vererbungsweise geschlossen werden kann. Wir werden dafür noch mehr Beweise kennen lernen.

Ebenfalls sehr merkwürdig sind die Fälle infektiöser Weißbuntheit und infektiöser Gelbblättrigkeit, deren genauere Kenntnis wir ebenfalls BAUR verdanken. Diese Krankheiten lassen sich durch Pflöpfen kranker Reiser auf die gesunde Unterlage und umgekehrt übertragen und erhalten. Auch kann man, bei den Malvengewächsen, mit einer Art eine andere anstecken, aber nicht die Krankheit direkt durch den Saft kranker Stellen überimpfen, auch sind die Sämlinge immer gesund. BAUR erklärt das alles durch ein Virus, das sich im Organismus ausbreitet und vermehrt, aber in zu geringen Mengen in die Samen kommt, um in der nächsten Generation wirksam zu werden. Eine ähnliche Erklärung, durch ein „*Contagium vivum fluidum*“, hat BEYERINCK für die außerordentlich ansteckende Mosaikkrankheit des Tabaks angenommen, die von den Arbeitern beim „Entgeizen“ (Entfernen der Achselprossen) von Pflanze zu Pflanze übertragen wird (im Gegensatz zu der so nicht übertragbaren infektiösen Buntblättrigkeit), aber sich auch nicht durch die Samen vererbt oder in ihnen direkt weitergegeben wird.

II.

Bei den erblichen pathologischen Zuständen unterscheiden wir am besten zwischen Störungen des Formwechsels und Störungen des Stoffwechsels.

Störungen des Formwechsels, *Monstrositäten*, wie wir sie gewöhnlich nennen, sind im Pflanzenreich vielfach als erblich bekannt. Ich brauche Sie nur an den Blumenkohl zu erinnern, bei dem die eßbare „Blume“ ein völlig mißbildeter Blütenstand ist, oder an den Kohlrabi mit der merkwürdigen Stengelknolle. Für ziemlich viele ist auch nachgewiesen, daß sie den MENDEL-

schen Gesetzen folgen. Ich will Ihnen hier nur zwei noch nicht veröffentlichte, besonders merkwürdige Fälle zeigen.

In einer Aussaat der Trichterwinde (*Ipomoea imperialis*) habe ich eine Pflanze gefunden, bei der schon die Keimblätter anormal waren, nämlich statt zweilappig tiefgespalten und geteilt bis überzählig. Entsprechend waren auch die Laubblätter statt dreilappig eigenartig gespalten, zerteilt und verbogen, der Saum der Blumenkrone gelappt bis gespalten, und auf der Spitze der Staubbeutel saßen — das war das merkwürdigste — kleine, aber wohlgebildete Narben, wie sie, nur größer, auf der Spitze des Griffels ausgebildet werden und die Pollenkörner aufzunehmen und keimen zu lassen haben. Es war also ein Teil des weiblichen Sexualorgans, des Gynaeceums — ganz sinnlos — auf der Spitze des tauglichen männlichen, des Staubgefäßes, aufgetreten. Diese *Forma stigmatanthera*, wie ich sie genannt habe, erwies sich bei Selbstbefruchtung sofort völlig konstant, bildete mit der normalen Sippe einen Bastard, der ganz normal aussah und in der zweiten Generation auf drei normale Pflanzen eine *Stigmatanthera* gab.

Dieselbe Art Trichterwinde hat noch eine andere merkwürdige Anomalie geliefert, eine *Forma reduplicata*, bei der die Röhre der Blumenkrone wie ein Handschuhfinger ringförmig zweimal eingestülpt ist. Sie verhält sich erblich genau so wie die oben geschilderte Monstrosität. Zu ihrer Ausbildung ist aber der Kelch nötig; entfernt man ihn bei der Blütenknospe zur rechten Zeit, so wird die Blumenkrone völlig normal.

Parallelen dazu aus der menschlichen Pathologie sind die Hyperdaktylie, die Syndaktylie, die Brachydaktylie und ähnliche Anomalien.

Auch für Störungen des Stoffwechsels ist vielfach im Pflanzenreich nachgewiesen worden, daß sie den MENDEL'schen Gesetzen folgen. Das normale Grün der Blätter ist z. B., wie wir seit WILLSTÄTTER's Untersuchungen sicher wissen, durch zwei gelbe und zwei grüne Farbstoffe bedingt. Es kommen nun Sippen vor, bei denen alle vier Pigmente annähernd in gleichem Maße reduziert sind. So bei der hellgelbgrünen Sippe *Chlorina* (zuerst bei *Mirabilis Jalapa* studiert), mit etwa 30 bis 40% der gewöhnlichen Menge. In anderen Fällen unterbleibt die Bildung der grünen Farbstoffe (Chlorophyll a und b) (fast) ganz, der Keimling sieht dann gelb aus (*F. xantha*, ebenfalls bei *Mirabilis Jalapa* gefunden), oder beiderlei Farbstoffe werden nicht, oder nicht in genügender Menge gebildet, wobei der Keimling weiß oder blaßgrün aussieht (*F. albinotica* und *F. expallescens*). In der Natur sind solche Sippen nicht lebensfähig. Die Keimlinge müssen verhungern, sobald das Reservematerial aufgebraucht ist, das sie von der Mutterpflanze mitbekommen haben. Durch einen einfachen Kunstgriff, Pfropfen nicht zu alter Keimlinge auf normale grüne Pflanzen, ist es mir aber gelungen (bei *Mirabilis Jalapa*), sie am Leben zu erhalten und zur weiteren Entwicklung und zum Blühen zu bringen, Samen

von ihnen zu gewinnen und mit dem Pollen ihrer Blüten Bestäubungen auszuführen. Für gewöhnlich existieren diese Sippen aber nur in der Form von Bastarden mit den normal grünen Sippen, denen sie völlig gleich sehen, und veraten sich nur dadurch, daß sie in der durch Selbstbefruchtung entstandenen Nachkommenschaft als absterbende Keimlinge, z. B. auf drei normale grüne eine *Xantha*, auftreten. Sie führen also nur in den bei Selbstbefruchtung immer neu entstehenden Bastarden ihre „zurückgezogene“ Existenz weiter.

Nicht ganz selten kommen erbliche „mendelnde“ Sippen mit weißbunter Belaubung vor. Den ersten derartigen Fall habe ich schon 1909 für das Gartensilberblatt (*Lunaria annua*) beschrieben, bei dem die Weißbuntheit im wesentlichen auf den Blattrand beschränkt ist (*F. albomarginata*). Es finden sich aber auch Sippen, bei denen die Blätter über die ganze Fläche bunt sind, entweder grob (*F. albomarmorata* der Trichterwinde, *Ipomoea imperialis*) oder grob und sehr fein (*F. albopulverea* der Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus*).

Wohl den merkwürdigsten Fall einer konstitutionellen, erblichen, mendelnden Pflanzenkrankheit (*Sordago*) habe ich aber bei der Wunderblume (*Mirabilis Jalapa*) feststellen können. Hier fanden sich Stöcke, die von schwächerem Wuchs waren und Blätter zeigten, die in eigentümlicher Weise oberseits fein bräunlich gefleckt waren. Sie sahen ganz so aus, als ob die von den Gärtnern mit Recht gefürchtete rote Milbenspinne sie befallen hätte. Es handelt sich aber um eine ganz lokal auftretende Nekrose, die in den Palisadenzellen der Blattoberseite beginnt und auch die darüberliegende Oberhaut zum Absterben bringt. So entstehen die etwas eingesenkten, braunen Fleckchen. Auch diese *Sordidasippe* ist völlig konstant; der Bastard mit der normalen Sippe sieht ganz normal aus, gibt aber in der zweiten Generation auf drei normale Pflanzen eine *Sordida*, mendelt also.

III.

In allen bisher besprochenen Beispielen von erblicher Disposition und erblichem pathologischen Zustand ließ sich das einfachste MENDELschema ohne weiteres anwenden. Es haben sich aber, wie vorausszusehen war, bei Pflanzen genug Fälle gefunden, wo die Verhältnisse viel komplizierter sind, sich aber doch den Gesetzen fügen. Ich will hierauf etwas eingehen, schon deshalb, um zu zeigen, daß man nicht daraus, daß sich ein Fall nicht sofort erklärt, schließen darf, die Gesetze stimmten hier nicht.

Daß das Zahlenverhältnis der bei der Spaltung entstehenden Individuenklassen auch in dem einfachsten Fall oft nicht genau 3 : 1 oder 1 : 2 : 1 ist, braucht uns nicht zu wundern. Im Gegenteil, es wäre wunderbar, wenn es stets auch nur annähernd eingehalten würde. Setzt es doch die völlig gleichen Chancen für die Vereinigung der verschiedenartigen Keimzellen voraus und für

jede einzelne Kombination der unter sich verschiedenen Keimzellen die gleiche Wahrscheinlichkeit, bis zu dem Zeitpunkt erhalten zu bleiben, wo sie von den anderen Kombinationen unterschieden werden kann. Das erste Beispiel für das schwerere Gelingen einer Keimzellkombination habe ich beim Mais gefunden, wo in einem bestimmten Fall das Verhältnis 3 : 1 in das Verhältnis 5 : 1 verschoben war.

Den ersten Fall, daß eine Individuenklasse überhaupt nicht dauernd existenzfähig ist, verdanken wir BAUR. Es gibt, z. B. beim Löwenmaul (*Antirrhinum majus*), hellgrüne Pflanzen, die ganz so aussehen, wie die schon genannte, konstante Chlorinasippe. Bei Selbstbefruchtung bringen sie aber außer neuen gelbgrünen Sämlingen normalgrüne im Verhältnis 2 gelbgrün : 1 normalgrün hervor, und erst bei genauerem Zusehen finden sich auch noch blasse, bald absterbende Keimlinge, sodaß das Verhältnis eigentlich ist: 1 normalgrün : 2 gelbgrün : 1 blaß, also ganz normal. Diese *Aurea* pflanzen sind Bastarde zwischen einer normalen und einer blassen Sippe und nicht konstant zu bekommen. Eine ähnliche *Pera urea* habe ich bei unserer kleinen Brennessel (*Urtica urens*) gefunden, nur daß hier die eine Elternsippe im reinen Zustand fast nie über die ersten embryonalen Zustände hinauskommt. Die Samen, aus denen sie hervorgehen würden, sind taub.

Solche taube Samen spielen, wie vor allem RENNERT neuerdings gezeigt hat, überhaupt für das Verstehen der Vererbungserscheinungen eine wichtige Rolle.

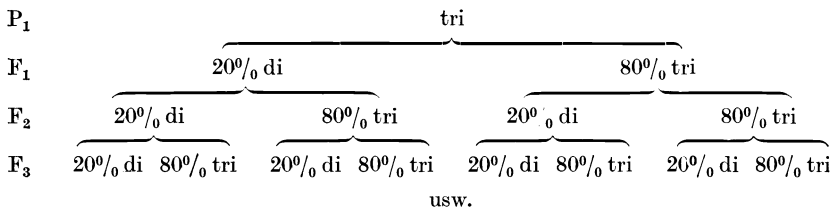
Unerwartete Zahlenverhältnisse können sich auch anders erklären. Es wurde zuerst von TROW beim gemeinen Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*) eine weiße (nicht lebensfähige) Sippe gefunden, die von den normalgrünen (Bastard-) Pflanzen im Verhältnis 1 : 15, statt, wie bei den oben genannten Fällen, im Verhältnis 1 : 3, abgespalten wird. Dasselbe Verhalten habe auch ich, z. B. bei einer Brennessel, beobachten können. Hier spielt das von NILSSON-EHLE gefundene Prinzip der „gleichsinnigen Faktoren“ eine Rolle. Das normale Grün kann offenbar durch eine oder durch zwei (vielleicht auch drei und noch mehr) Erbanlagen (Faktoren) bedingt sein, von denen jede für sich den normalen oder annähernd normalen Farbton gibt. Ist nur eine Anlage vorhanden, so spaltet der Bastard 25% Albinos ab (Verhältnis 3 : 1), sind zwei da, 6,25% (Verhältnis 15 : 1), sollten drei vorhanden sein, 1,56% (Verhältnis 63 : 1).

Solche gleichsinnige Faktoren lassen sich, nach den Angaben NILSSON-EHLE's, bei der Disposition für Pilzkrankheiten und bei der für das Auswintern des Getreides nachweisen, wenn die Verhältnisse nicht so einfach liegen, wie in den oben gegebenen Beispielen.

Von besonderem Interesse für die vergleichende Pathologie und speziell auch für die Beurteilung der Stammbäume für menschliche Krankheiten sind die „immer umschlagenden Sippen“. Wir verdanken ihre Kenntnis vor allem

den Untersuchungen DE VRIES' (und E. LEHMANN'S). Ich bringe gleich ein Beispiel. Unter den Keimlingen von Pflanzen, die gewöhnlich zwei Keimblätter (Kotyledonen) haben, dikotyl sind, findet man nicht selten auch solche, die drei, sogar vier haben, trikotyl oder tetrakotyl sind. Daneben gibt es Übergänge, hemitrikotyle, hemitetrakotyle Keimlinge. Durch Auslese lassen sich dann zuweilen Sippen erhalten, die bei Selbstbefruchtung und unter günstigen Bedingungen überwiegend trikotyle Keimlinge hervorbringen. Über einen gewissen, zuweilen sehr hohen Prozentsatz hinaus (über etwa 90%) läßt sich aber der Gehalt an Trikotylen nicht steigern.

Das Merkwürdigste und Charakteristische ist jedoch, daß sich die dikotylen Pflanzen, die von einer solchen Sippe hervorgebracht werden, hinsichtlich ihrer Nachkommenschaft bei Selbstbefruchtung so verhalten, wie ihre trikotylen Geschwister: Auch sie geben trikotyle und dikotyle Keimlinge im gleichen Zahlenverhältnis wie diese. Der folgende Stammbaum zeigt das Verhalten einer solchen immer umschlagenden Sippe; di bedeutet dikotyl, tri trikotyl, die Prozentzahlen sind willkürlich gewählt.



Bastardiert man nun eine solche an Trikotylen sehr reiche Sippe mit einer an Trikotylen sehr armen, so sind die Bastarde selbst dikotyl oder einzeln trikotyl, entsprechen also dem armen Elter. Aus ihrer Nachkommenschaft kann man aber die reiche und die arme Sippe wieder isolieren. Es findet demnach ein, im einzelnen freilich noch nicht genügend studiertes, Aufspalten statt.

Ähnlich verhält sich eine andere von DE VRIES untersuchte Anomalie, die „Zwangsdrehung“, nur daß hier das Verhalten der Bastarde der gedrehten mit der normalen Sippe noch gar nicht studiert ist. Am bekanntesten ist die zwangsgedrehte Weberdistel (*Dipsacus silvestris*); Ähnliches findet man hier und da, z. B. bei *Silene Armeria*.

Nach dem Mitgeteilten ist zweifellos das Erbgut bei den normalen und den anormalen Individuen einer solchen immer umschlagenden Sippe genau das gleiche. Damit die Anomalie entsteht, sind bestimmte, außerhalb zu suchende Entwicklungsbedingungen nötig. Stellen sich diese leicht ein, oder sorgt man möglichst für ihr Eintreten, so findet man viele anormale Pflanzen; fehlen sie ganz, so gibt es nur normale. Das Charakteristische ist, daß nicht alle Übergänge entstehen, sondern gewöhnlich entweder das eine oder das

andere Extrem, je nachdem die Außenbedingungen eine gewisse Grenze erreichen oder nicht.

Ein sehr schönes, vielleicht das instruktivste Beispiel für einen solchen Einfluß der Außenwelt liegt, worauf neuerdings L. ARMBRUSTER aufmerksam gemacht hat, auf zoologischem Gebiet. Bei der Honigbiene hängt es ausschließlich von der Ernährung ab, und zwar mehr von der chemischen Beschaffenheit als von der Menge der Nährstoffe, ob das befruchtete Ei ein fruchtbares Weibchen, eine Königin, oder ein unfruchtbares, eine Arbeiterin, gibt. Und dabei welcher Unterschied, nicht nur in dem Aussehen und der Fertilität, sondern auch in den Instinkten! Durch rechtzeitiges Vertauschen der Eier aus Weisel- und Arbeiterinnenzellen kann man der eierlegenden Königin ins Handwerk pfuschen und aus einem Ei etwas ganz anderes werden lassen, als sie bestimmt hatte. Es wird eben nicht eine Eigenschaft vererbt, sondern die Anlage, unter bestimmten Bedingungen die eine, unter anderen die andere Eigenschaft zu geben.

Wie alle Gleichnisse hinkt freilich auch dieses: Setzen wir die Trikotylie der Königin, die Dikotylie der Arbeiterin gleich, so fehlt bei der Biene die Sippe, die, erblich fixiert, auch unter den Königinbedingungen nur Arbeiterinnen gibt, wie die konstante dikotyle Sippe nur dikotyle Keimlinge.

Sehr sonderbar und vielleicht ebenfalls von theoretischer und praktischer Bedeutung sind die Beobachtungen, die ich an einer weißbunten Sippe des Hirtentäschelkrautes (*Capsella Bursa pastoris*), der *Forma albovariables*, machen konnte. Sie sieht der *Albomarmorata*- und vor allem der *Albopulvereasippe*, die wir als völlig konstante, mendelnde Stoffwechselkrankheiten kennen gelernt haben, sehr ähnlich. Der Bastard mit der normalen Sippe ist auch hier ganz normal und spaltet ebenfalls in drei normale und ein weißbuntes Individuum auf. Bei Inzucht fällt die Nachkommenschaft sehr verschieden stark weißbunt aus, was auch anderweitig vorkommt. Während jedoch diese Unterschiede dann entweder nur äußerlich bedingt und rein zufällig sind, oder auf dem Vorhandensein mehrerer Untersippen beruhen, die im Grad der Weißbuntheit verschieden sind, liegt hier offenbar eine kranke Anlage vor, die veränderlich ist. Man kann nämlich durch Auswahl unter den Nachkommen eines bunten Individuums zu rein grünen Pflanzen kommen — nach der Seite des reinen Weiß läßt sich die Selektion nicht so weit treiben, weil von einem gewissen Grad von Weiß ab (etwa 80%) die Sämlinge vor Hunger eingehen. Solange reines Grün noch nicht erreicht ist, gibt es keine Konstanz, die Zwischenstufen sind als solche nicht fixierbar.

Die geschlechtsbegrenzte Vererbung pathologischer Zustände, die im Tierreich und vor allem beim Menschen eine so große Rolle spielt — ich brauche Sie bloß an die Hämophilie und die Farbenblindheit zu erinnern —, fand sich bisher im Pflanzenreich noch nicht. Nur bei einer Doldenpflanze —

Trinia glauca — konnte ich eine viel größere Empfindlichkeit der Männchen gegenüber einer Infektionskrankheit mit noch unbekanntem Erreger nachweisen. Sie vererbt sich aber wie ein sekundäres Geschlechtsmerkmal.

Andere Komplikationen dürften überhaupt noch nicht für die Pathologie der Pflanzen, und für die Pathologie überhaupt, nachgewiesen worden sein. Ich erwähne nur die kombinierten Merkmale, die erst durch das Zusammenreffen zweier, voneinander völlig unabhängiger, mendelnder Anlagen im Bastard zustande kommen, wie die blaue Blütenfarbe, wenn das eine Elter rosa Blüten mit saurem Zellsaft, das andere Elter weiße Blüten mit alkalischem Zellsaft hat. Dieses letztere Merkmal dominiert, der Zellsaft und damit die Farbe der Blüte wird blau, wie rote Lackmustinktur durch den Zusatz von Lauge. Oder die Steigerungsfaktoren, die, an sich unwirksam, ein anderes Merkmal viel intensiver machen können, wenn sie bei der Bastardierung mit dessen Anlage zusammentreffen. So gibt eine Anlage der fast weiß blühenden *Forma albida* des Gartenleimkrautes (*Silene Armeria*) mit der Anlage der rosa blühenden *Forma rosea* eine purpurne Blütenfarbe beim Bastard. Endlich die Fälle vollkommener und unvollkommener Koppelung. In der Hand MORGAN's und seiner Schüler haben sie bei der Taufliede (*Drosophila*) theoretische Ergebnisse von außerordentlicher Tragweite geliefert und zur Aufstellung ordentlicher Karten über die Lokalisation der Erbanlagen in den Chromosomen geführt; für das Studium pathologischer Zustände im Pflanzenreich kamen sie bis jetzt noch nicht in Betracht.

IV.

Wir wollen nun versuchen, aus der Menge des Mitgeteilten das hervorzuheben, was über die Pflanzenkunde hinaus Bedeutung für eine allgemeine, vergleichende Pathologie haben dürfte, und was speziell für die Beurteilung der Erbllichkeit menschlicher Krankheiten wichtig werden könnte.

Ich bin von der Überzeugung getragen, daß das Aufspalten der Nachkommenschaft nach MENDEL eine Gesetzmäßigkeit ist, die wir überall im Organismus finden werden, wo wir geschlechtliche Fortpflanzung antreffen. Zu erklären werden schließlich nur die Ausnahmen sein. Zweierlei bringt mich zu dieser Zuversicht. Einmal die Notwendigkeit einer quantitativen Reduktion des Keimplasmas nach der Befruchtung und vor der Bildung neuer Keimzellen. Und dann die Überzeugung, daß sich für alle möglichen Eigenschaften das Spalten und damit die Existenz diskreter Anlagen für sie und ihre Lokalisation im Zellkern, speziell in den Chromosomen, nachweisen läßt. Selbst Merkmale, die durch eine Verschiebung in der Entwicklung zustande kommen, sind nicht ausgenommen. So die Lebensdauer (Einjährigkeit und Zweijährigkeit), oder ein offensichtliches „Verirren“ eines Organes, wie es die oben besprochene *Stigmata ntherasippe* der Trichterwinde zeigt, oder eine Verspätung in der

Entfaltung einer Anlage, wie bei der neuen *Versicolor*-Sippe des Bingelkrautes (*Mercurialis annua*). Während sonst alle Blattfarbstoffe, die grünen und die gelben, ungefähr gleichzeitig auftreten, verspätet sich bei dieser völlig erblichen und mendelnden Sippe die Entfaltung der grünen bedeutend, sodaß die Blätter zunächst fast rein gelb sind, dann aber doch noch normal grün werden.

1. Daß man einen scharfen Unterschied zwischen ererbten und erworbenen Krankheiten machen muß, braucht heutzutage kaum mehr betont zu werden. Ein System der pathologischen Zustände muß ihn als Haupteinteilungsprinzip benützen. Zu den erworbenen gehören auch die Fälle direkter Übertragung, sei es eines geformten Krankheitserregers, sei es einer Stoffwechselkrankheit oder eines Virus, respektive eines *Contagium vivum fluidum*.

Solche Krankheiten haben wir mehrfach kennengelernt (*Status albomaculatus*, Periklinalchimaeren, infektiöse Buntheit, Mosaikkrankheit). Sie lehren nachdrücklich die Möglichkeit einer Ansteckung ohne einen ansteckenden Organismus (Bacterium, Pilz, Protozoon usw.), und müssen gewiß auch außerhalb des Pflanzenreiches zur Erklärung herangezogen werden.

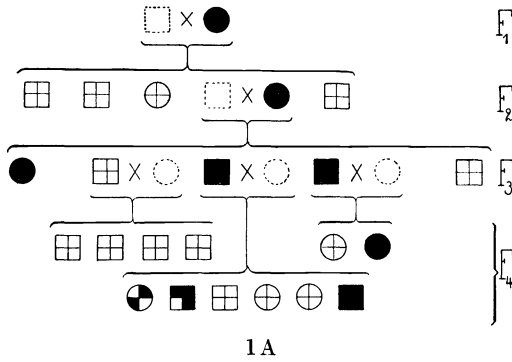
2. Äußerlich sehr ähnliche pathologische Zustände können sich hinsichtlich der Vererbung sehr verschieden verhalten. Allbekannt ist z. B., daß Zwergwuchs und Riesenwuchs entweder nur äußerlich — durch schlechte oder sehr gute Ernährung — oder erblich bedingt sein können. Die infektiöse Buntheit der Malvengewächse, der nur direkt durch das Eisplasma übertragbare *Status albomaculatus* und die erbliche und mendelnde *Albomarmoratasippe* sehen sich ganz ähnlich, und wie verschieden verhalten sie sich nicht!

3. Eine Eigenschaft kann den MENDEL'schen Gesetzen folgen und doch in ihrem Genotypus veränderlich sein, wie die *Forma albovariabilis* des Hirtentäschelkrautes. Dann kann die Selektion wirksam werden, aus den kranken Individuen können gesunde hervorgehen. Wie man sich das Verhalten an einem Bilde klarmachen kann, soll hier nicht ausgeführt werden.

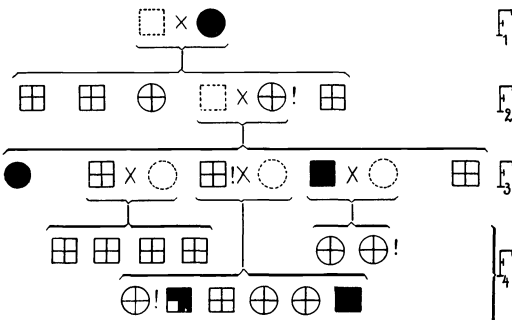
4. Besonders wichtig ist, daß auch „immer umschlagende“ Eigenschaften mendeln oder doch mendeln können. Das wird sich wohl bei der Beurteilung der Stammbäume für menschliche Krankheiten als sehr wichtig herausstellen. Dadurch, daß ein Individuum aus einer Sippe mit solcher Veranlagung ganz so aussehen kann, wie wenn es einer anderen Sippe angehörte, während es seiner erblichen Veranlagung nach doch in die erste Sippe gehört, entsteht eine Lücke in dem Stammbaum, die freilich nur scheinbar ist, aber die Beurteilung ganz außerordentlich erschweren muß.

[Ich gebe zur Erläuterung zwei Stammbäume über Hyperdaktylie. Nach allem, was wir wissen, auch nach den Parallelversuchen BARFURTH's mit Hühnern, die überzählige Zehen haben, ist die Eigenschaft dominant und men-

delt. Die Folge ist, daß, wie der erste, richtige Stammbaum zeigt (Abb. 1 A), nur dann bei den Kindern Hyperdaktylie auftritt, wenn mindestens eines der



1 A



1 B

Stammbaum der Marie Schweizer aus Fischbach, nach Angaben von E. BALLOWITZ.

Die Kreise stellen die weiblichen, die Quadrate die männlichen Individuen dar; die in die Familie hineinheiratenden sind punktiert und durch \times verbunden. Kreise und Scheiben sind in Quadranten geteilt, die in leicht verständlicher Weise den vier Extremitäten entsprechen. Bei den völligen Hyperdaktylen sind alle vier geschwärzt, sonst ist der Quadrant geschwärzt, dessen Extremität Hyperdaktylie zeigte. A ist der richtige, B ein fiktiver Stammbaum, für die Annahme, die Hyperdaktylie beruhe auf einer immer umschlagenden Anlage und zeige sich nur bei der Hälfte der hyperdaktyl veranlagten Individuen äußerlich.

Eltern hyperdaktyl ist. Die Monstrosität muß von Generation zu Generation direkt verfolgbar sein. Nehmen wir nun an, daß die Hyperdaktylie eine umschlagende Eigenschaft sei, für die nur etwa in der Hälfte der Fälle die Entfaltungsbedingungen wirklich eintreten, während in der anderen Hälfte Hände und Füße normal ausgebildet würden. Dann wäre zu erwarten, daß von den im richtigen Stammbaum vertretenen neun hyperdaktyl veranlagten Individuen etwa vier ganz normal aussähen. Welche das wären, entschiede der Zufall; im zweiten fingierten Stammbaum (Abb. 1 B) sind beliebige ausgewählt. Nun ist die Kontinuität der hyperdaktylen Individuen von Generation zu Generation unterbrochen, und der Stammbaum sieht so aus, als ob er sich auf eine rezessive Eigenschaft bezöge! — Daß etwas Derartiges wirklich bei Hyperdaktylie vorkommen könnte, geht aus der Variabilität in der Ausbildung der Monstrosität hervor; neben Individuen, die sie an allen Gliedmaßen zeigen, gibt es auch solche, bei denen

z. B. das rechte Bein oder der rechte und der linke Arm normal sind. Daran müssen die äußeren Entwicklungsbedingungen schuld sein. Als Extrem lassen sich also ganz gut einzelne äußerlich völlig normale Individuen denken, die als ganz seltene Ausnahmen auftreten, aber doch genügen, um

einen Stammbaum zu stören, und einem Kritiker Anlaß zu geben, die Anwendbarkeit der MENDEL'schen Gesetze zu verneinen.]¹⁾

All das sind sehr wesentliche Erschwerungen für die Vererbungsforschung beim Menschen, die ja sowieso schon durch die Geschlechtertrennung, die Unmöglichkeit der Inzucht, die geringe Zahl der Nachkommenschaft aus einer Ehe und die lange Generationsdauer mit der damit zum Teil zusammenhängenden Unsicherheit der Angaben mühsam genug gemacht ist.

Ich glaube deshalb, daß auch fernerhin die theoretischen Fortschritte von der Zoologie und vor allem der Botanik zu erwarten sind. Für den Menschen wird es sich im wesentlichen nur darum handeln können, zunächst möglichst viel Material möglichst kritisch zu sammeln, Stammbäume und Ahnentafeln, vollständig und zuverlässig. Wie unsicher auch die mit aller Bestimmtheit vorgetragenen Angaben von Angehörigen sind, haben die Arbeiten der Engländer und Amerikaner gezeigt, die das Material für ihre Stammbäume, soweit immer möglich, an Ort und Stelle nachgeprüft haben und dabei auf viel absichtliche Irreleitung und sorglose Phantasie gestoßen sind.

Voraussetzung für jede Vererbungsuntersuchung ist aber, daß man das ins Auge gefaßte Merkmal genau kennt und es sicher von anderen, ähnlichen unterscheiden kann. Hier ist gewiß noch viel zu tun. Wenn sich die Angaben zweier Stammbäume für eine Krankheit widersprechen, oder Teile desselben Stammbaumes, ist immer daran zu denken, daß verschiedene, nur äußerlich ähnliche pathologische Zustände vorliegen können, oder ein umschlagendes Merkmal.

Von außerordentlich praktischer Bedeutung ist die Möglichkeit, den Bastard von dem nahezu dominierenden Elter zu unterscheiden. Für den Hygieniker muß es z. B. von großer Wichtigkeit sein, ein wirklich (genetisch) gesundes Individuum von einem zwar gesunden, aber die fatale Anlage enthaltenden und vererbenden zu unterscheiden. Daß sich hier mit eingehendem Studium noch manches wird erreichen lassen, mag ein Beispiel zeigen. Einer der ersten genauer studierten Fälle einfachsten Mendels betraf zwei Brennesselsippen, von denen die eine, *Urtica pilulifera typica*, scharf gesägte Blätter, die andere, *U. p. Dodartii*, fast ganzrandige hat. Der Bastard hat so scharf gesägte Blätter wie die typische Form, sodaß ich lange ein völlig dominierendes Merkmal vor mir zu haben glaubte. Eine eingehende Untersuchung lehrte dann doch einen Unterschied kennen: das erste, kleinbleibende Laubblattpaar des Bastards ist an seiner Spitze schwächer gezähnt bis ganzrandig und ähnelt darin, und nur darin, der *Dodartiisippe*. Daran lassen sich, wie der Versuch lehrte, die Bastarde doch mit fast absoluter Sicherheit von der Stammart mit scharfgesägten Blättern unterscheiden. Käme es also, nachdem die *Dodartiianlage* einmal durch Bastardierung in einen Stammbaum gelangt ist, darauf an,

¹⁾ Das in Klammern Gebrachte mußte beim Vortrag weggelassen werden.

sie wieder dauernd zu beseitigen, so könnte das durch Auswahl der richtigen Individuen zur Weiterzucht leicht, rasch und fast völlig sicher geschehen.

Ist das Material gesammelt, so muß man versuchen, ob die Vererbungsgesetze darauf anwendbar sind. Dazu gehört eine Beherrschung des ganzen theoretischen Wissens. Es genügt nicht, daß man zusieht, ob der einfachste Mendelfall zutrifft oder nicht. Das Schema darf kein Prokrustesbett sein, wie MARTIUS ganz richtig sagt, in das man die Fälle durch Dehnen der Tatsachen oder Abhacken zwingt. Darauf sind auch schon andere einsichtige Mediziner gekommen. Stimmen die Tatsachen und die theoretischen Annahmen nicht, so muß man das Material revidieren und erweitern und andere Annahmen prüfen.

Die neuen Vererbungsgesetze geben uns kein Alexanderschwert in die Hand, um den gordischen Knoten der Vererbung beim Menschen zu durchhauen, sie lassen sich eher mit einem bescheidenen Pfriem vergleichen, mit dem wir die Verschlingungen allmählich lockern und schließlich den Knoten lösen werden.

51. Zahlen- und Gewichtsverhältnisse bei einigen heterostylen Pflanzen.

Biologisches Zentralblatt Bd. 41, Nr. 3, S. 97—109. 1921.

Untersuchungen, die G. v. UBISCH in dieser Zeitschrift veröffentlicht hat¹⁾, veranlassen mich, einige Beobachtungen mitzuteilen, die ich schon vor längerer Zeit angestellt habe.

Der Ausgangspunkt war der Versuch, durch Bastardierung ungleichgrifflicher Arten (die also in zwei Formen, als Langgriffel und Kurzgriffel, oder in drei, als Langgriffel, Mittelgriffel und Kurzgriffel, vorkommen) mit gleichgrifflichen Arten die Frage nach dem genetischen Verhalten der Heterostylen auf die gleiche Weise zu lösen, wie das Problem der Geschlechtsbestimmung durch die Bastardierung der *Bryonia dioica* mit der *B. alba*. Alle diese wiederholten Versuche blieben aber ergebnislos. Es gelang weder, das gleichgriffliche *Linum usitatissimum* mit *L. narbonense*²⁾ oder einer anderen heterostylen Art zu verbinden, noch *Fagopyrum tataricum* mit *F. esculentum*³⁾ oder gar *Lythrum Salicaria* mit *L. hyssopifolium*.

Daneben interessierte mich aber auch das Zahlenverhältnis, in dem die verschieden griffligen Pflanzen einer Art vorkommen. Die damals bekannten Zahlen wichen vom Verhältnis 1 : 1 oft beträchtlich ab, und es fragte sich, ob das reiner Zufall sei oder gesetzmäßig und den charakteristischen Ver-

¹⁾ Zur Genetik der trimorphen Heterostylie, sowie einige Bemerkungen zur dimorphen Heterostylie. Bd. 41, S. 88.

²⁾ KÖLREUTER (*Lina hybrida*; Nov. Act. Acad. Imp. Petropolit. T. I, S. 339, 1787) will diesen Bastard erhalten haben, und zwar *L. usitat.* β ♀ + *L. narbonense* ♂ und umgekehrt (Exp. II u. III), *L. usit.* ζ afr. ♀ + *L. narb.* ♂ (Exp. IV) und sogar die 2. Generation dieser letzten Verbindung (Exp. VII). Die Pflanzen waren „mediae inter ♀ et ♂ similitudinis ac satis foecundae“. KÖLREUTER'S *L. narb.* war wohl sicher das gleichgriffliche *L. angustifolium*. Auch TINE TAMMES (Rec. Trav. Botan. Neerland. Vol. XII, S. 271, 1915) und BATESON (Journ. of Genet. Vol. V, Nr. 3, S. 199, 1916) ist keine Bastardierung zwischen einer heterostylen Art und *Linum usitatissimum* geglückt, so wenig wie KÖLREUTER, außer eben mit seinem „*L. narbonense*“.

³⁾ Nach O. KUNTZE (Taschenflora von Leipzig, 1867, S. 74) findet sich dieser Bastard selten unter den Eltern; die Beschreibung spricht für eine Form von *F. esculentum*. Nach W. FOCKE kommt er „auch sonst angeblich zuweilen“ vor (Pflanzenmischlinge, S. 349). ALTHAUSEN ist (nach FRUWIETH'S Handbuch, Bd. III, 3. Aufl., S. 118) glücklicher gewesen als ich.

hältniszahlen der Geschlechter zweihäusiger Pflanzen entspräche. Die vorliegenden Zahlen waren für die Entscheidung zu klein.

Endlich wollte ich prüfen, ob ein Unterschied in der Kräftigkeit zwischen den Langgriffeln und Kurzgriffeln derselben Art vorhanden sei, wie er für die beiden Geschlechter diözischer Pflanzen, des Hanfes z. B., angegeben wird. Zunächst kam dafür die Feststellung des durchschnittlichen Gewichtes in Frage.

Zählungen an unseren einheimischen ausdauernden heterostylen Arten schienen mir einen Nachteil zu haben. Eine Vermehrung der Individuenzahl durch den Zerfall eines Stockes in mehrere neue ist bei vielen sehr wahrscheinlich, und es schien möglich, daß diese Teilung bei den Langgriffeln und Kurzgriffeln ungleich leicht eintritt, z. B. infolge schwächeren oder kräftigeren Wuchses. Dadurch würde aber das ursprüngliche Verhältnis der beiden Formen verschoben werden. Auch birgt die Aufnahme im Freien eine Fehlerquelle in sich, auf die L. ERRERA, wenigstens bei *Primula elatior*, hingewiesen hat. Ich komme darauf zurück. Aufzuchtversuche im großen Maßstab waren damals für mich ausgeschlossen. Es blieben so nur einjährige Heterostylen und zwar der Buchweizen, *Fagopyrum esculentum*, und das gelegentlich als Zierpflanze gezogene *Linum grandiflorum* übrig.

I. *Fagopyrum esculentum*.

Die meisten Versuche wurden in den Jahren 1903 bis 1905 angestellt. Außer dem Buchweizen, der damals gerade im System des botanischen Gartens zu Leipzig gezogen wurde, kamen zur Aussaat: ein „silbergrauer Buchweizen“ von der Firma O. Mann in Leipzig (1903, 1904) und der Japanische Riesen-Buchweizen (*F. e. elatum*)¹⁾ von Haage und Schmidt in Erfurt (1904, 1905). Besonders bei diesem letzteren war es sehr auffällig, ein wie buntes

1. Gewichtsbestimmungen.

Tabelle 1.

Silbergrauer Buchweizen, 1903.

Versuch	langgrifflig			kurzgrifflig			
	Zahl	Gesamt-Gewicht in g	Gewicht einer Pflanze in g	Zahl	Prozent	Gesamt-Gewicht in g	Gewicht einer Pflanze
I, 2	30	410	13,7	20	40	277	13,9
	26	282	10,9	24	48	243	10,1
I, 3	24	374	15,6	26	52	375	14,4
	17	255	15,0	17	50	210	12,4
zusammen	97	1321	13,62	87	47,28	1105	12,70

¹⁾ Nach FRUWIRTH's Handbuch (Bd. 3, 3. Aufl., S. 118) = *F. emarginatum* (ROTH.)

Tabelle 2.
Japanischer Riesen-Buchweizen, 1905.

Versuch	langgrifflig			kurzgrifflig			
	Zahl	Gesamtgewicht in g	Gewicht einer Pflanze	Zahl	Prozent	Gesamtgewicht in g	Gewicht einer Pflanze
III C, 1	121	395,0	3,3	129	51,6	489,5	3,8
2	118	485,5	4,1	132	52,8	529,5	4,0
3	122	563,0	4,6	128	51,2	601,5	4,7
4	106	608,0	5,7	144	57,6	763,0	5,3
zusammen	467	2051,5	4,4	533	53,3	2383,5	4,5
III C, 5	120	382,0	3,2	130	52,0	429,5	3,3
6	121	628,0	5,2	129	51,6	774,0	6,0
7	126	406,5	3,2	124	49,6	409,5	3,3
8	135	386,5	2,9	115	46,0	337,0	2,9
zusammen	502	1793,0	3,6	498	49,8	1950,0	3,9
III C, 9	129	328,5	2,5	121	48,4	269,5	2,2
10	125	612,5	4,9	125	50,0	577,0	4,6
11	142	307,5	2,2	108	43,2	271,0	2,5
12	131	448,0	3,4	119	49,6	372,5	3,1
zusammen	527	1696,5	3,22	473	47,3	1490,0	3,15
III C, 13	125	306,5	2,5	125	50,0	352,0	2,8
14	120	336,0	2,8	130	52,0	338,5	2,6
15	105	234,5	2,2	145	58,0	306,5	2,1
16	115	321,5	2,7	135	54,0	341,5	2,5
zusammen	465	1198,5	2,6	535	53,5	1338,5	2,5
Alles zusammen	1961	6739,5	3,437	2039	50,97	7162,0	3,513

Gemisch von Sippen vorlag, was vor allem die sehr variable Fruchtform verriet.

Bei den Zählungen wurden meist je 25 Pflanzen ohne Wahl ausgezogen, nach den Blüten sortiert und dann, zum Teil, alle langgriffligen und alle kurzgriffligen zusammen gewogen. In den folgenden Tabellen sind aber die derart erhaltenen Zahlen, um Platz zu sparen, so zusammengezogen, daß meist je 4, bei Tabelle 2 sogar je 10 eine neue bilden. Im ersteren Fall sind die mitgeteilten Zahlen gleich Prozentzahlen.

Die Langgriffel sind also im Durchschnitt um 0,92 g schwerer als die Kurzgriffel, oder, auf diese letzteren bezogen, um 7 Prozent.

Die Langgriffel sind demnach im Durchschnitt um 0,076 g leichter als die Kurzgriffel, oder, bezogen auf diese letzteren, um 2 Prozent.

Das Ergebnis der zweiten Tabelle, aus dem Gewicht von ungefähr je 2000 Pflanzen, ist natürlich viel zuverlässiger als das der Tabelle 1 mit noch nicht dem zehnten Teil. Zieht man beide zusammen, so erhält man 2058 Lang-

griffel, mit dem Gesamtgewicht von 8060,5 g und dem Durchschnittsgewicht von 3,917 g, und 2126 Kurzgriffel, mit dem Gesamtgewicht von 8267 g und dem Durchschnittsgewicht von 3,889 g. Der Unterschied beträgt nun nur noch 0,028 g, aber zugunsten der Langgriffel, die um 0,72 Prozent schwerer sind als die Kurzgriffel.

Das mittlere Gewicht aller 4184 Pflanzen ist 3,903 g, die Abweichung macht $\pm 0,014$ g aus, oder $\pm 0,36$ Prozent; m ist $\pm 0,78$ Prozent.

Es hat sich also beim Buchweizen kein merklicher Unterschied im Gewicht zwischen Langgriffeln und Kurzgriffeln nachweisen lassen. In den einzelnen Gruppen aus 100 oder 250 Pflanzen sind denn auch bald diese, bald jene schwerer.

2. Verhältniszahl der beiden Formen.

Die Zählungen der Jahre 1903—1905 sind in Tabelle 3 aufgeführt und in Tabelle 4 möglichst zusammengezogen. In diese letztere Tabelle sind auch die Ergebnisse von Tabelle 1 u. 2 aufgenommen.

Das Gesamtergebnis sind 49,47 Prozent Langgriffel und 50,53 Prozent Kurzgriffel unter 10 750 Pflanzen. Der mittlere Fehler beträgt $\pm 0,48$ Prozent; die Abweichung vom Mittelwert, $\pm 0,53$ Prozent, ist kaum größer, geschweige denn dreimal so groß, und also nicht sichergestellt.

Sieht man genauer zu, so muß sofort auffallen, daß die beiden Sorten, die hauptsächlich untersucht wurden, der silbergraue Buchweizen der Firma Mann und der Japanische Riesen-Buchweizen von Haage & Schmidt, in entgegengesetztem Sinne vom Verhältnis 1 : 1 abweichen; bei jenem überwiegen die Langgriffel, bei diesem die Kurzgriffel. Der Vorrang der Kurzgriffel in der Gesamtzahl beruht darauf, daß von der zweiten Sorte viel mehr Pflanzen untersucht wurden.

Die Abweichung vom Mittelwert (50 Prozent) ist beim silbergrauen Buchweizen 1,04 Prozent, also kaum größer als der mittlere Fehler (1,00 Prozent), und fällt beim Japanischen Riesen-Buchweizen mit 1,20 Prozent noch innerhalb des Dreifachen des mittleren Fehlers (0,48 Prozent). Trotzdem bin ich überzeugt, daß die Abweichungen vom Verhältnis 1 : 1 nicht zufälliger Natur sind, und, je nach der Sorte, zugunsten der Langgriffel oder der Kurzgriffel ausfallen können. Dafür spricht, daß auch die Einzelversuche — 2 beim silbergrauen und 3 beim Riesen-Buchweizen — bei jeder Sorte ausnahmslos im gleichen Sinne abweichen, bei Versuch II A auch jede Hälfte für sich (Tabelle 3). Man darf hier, wie im folgenden, nicht vergessen: Liegt ein Resultat unterhalb der Fehlergrenze, so kann es zufälliger Natur sein, oder es kann gesetzmäßig, aber das Zahlenmaterial noch zu gering sein.

Tabelle 3.

Silbergrauer B.-W. 1903			Silbergrauer B.-W. 1903			Japan. Riesen-B.-W. 1904		
Versuch	lggr.	kzgr.	Versuch	lggr.	kzgr.	Versuch	lggr.	kzgr.
II A 1	57	43	II B 1	58	42	III A 1	50	50
2	48	52	2	56	44	2	55	45
3	52	48	3	48	52	3	50	50
4	49	51	4	48	52	4	51	49
5	46	54	5	51	49	5	41	59
6	51	49	zusamm.	261	239	6	48	52
7	44	56	Prozent	52,2	47,8	7	44	56
8	57	43	Botan. Garten Leipzig 1903			8	57	43
9	52	48	I 1	57	43	9	51	49
10	52	48	2	48	52	10	57	43
zusamm.	508	492	3	51	49	11	54	46
Prozent	50,8	49,2	4	51	49	12	42	58
			5	44	56	zusamm.	600	600
			6	49	51	Prozent	50,0	50,0
			7	51	49			
			8	31	19	III A 13	34	66
			zusamm.	382	368	14	47	53
			Prozent	50,93	49,07	15	44	56
			Japan. Riesen-B.-W. 1905			16	51	49
			III C 17	42	58	17	55	45
			18	45	55	18	48	52
			19	55	45	19	47	53
			20	20	30	20	51	49
			zusamm.	162	188	21	47	53
			Prozent	46,3	53,7	22	58	42
			Japan. Riesen-B.-W. 1904			23	49	51
III B 1	53	47	III C 20	20	30	24	26	24
2	48	52	zusamm.	162	188	zusamm.	557	593
3	45	55	Prozent	46,3	53,7	Prozent	48,44	51,56
4	52	48	IIIC 1-16	1961	2039	zusamm.	1157	1193
5	49	51	Prozent	49,03	50,97	Prozent	49,23	50,77
6	36	64	zusamm.	2123	2227			
7	53	47	Prozent	48,8	51,2			
8	44	56						
zusamm.	380	420						
Prozent	47,5	52,5						

Tabelle 4.

Versuch	langgriffl.		kurzgriffl.		Versuch	langgriffl.		kurzgriffl.	
		%		%			%		%
I. Bot. Garten Leipzig	382	50,93	368	49,07	III. Jap. Riesen- Buchweizen				
II. Silbergrauer Buchweizen					A	1157	49,23	1193	50,77
A	1015	50,75	985	49,25	B	380	47,5	420	52,5
B	261	52,2	239	47,8	C	2123	49,8	2227	50,97
zusammen	1276	51,04	1224	48,96	zusammen	3660	48,80	3840	51,20
		m = ± 1,00				m = ± 0,58			
					I—III	5318	49,47	5432	50,53
						m = ± 0,48			

Im Jahre 1915 wurden nochmals Aussaaten gemacht, die Fräulein DR. FL. LILIENFELD für mich zu zählen so freundlich war. Die drei Sorten waren von Haage & Schmidt bezogen worden, wieder der Japanische Riesen-Buchweizen, dazu ein Silber-Buchweizen („*F. argenteum*“) und ein „gewöhnlicher“. Obwohl die Zahlen recht klein sind — der größte Versuch umfaßte nur 772 Pflanzen — habe ich die Ergebnisse doch in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5.
(Versuche von 1915.)

Versuch	langgriffl.		kurzgriffl.		Versuch	langgriffl.		kurzgriffl.	
		%		%			%		%
IV. Silber- Buchweizen					VI. Gewöhl. Buchweizen				
1.	110	43,3	144	56,7	1.	136	50,2	135	49,8
2.	157	50,2	156	49,8	2.	250	49,9	251	50,1
	267	47,1	300	52,9		386	50,0	386	50,0
V. Jap. Riesen- Buchweizen					IV.—VI.	799	48,07	863	51,93
	146	45,2	177	54,8		m = ± 1,23			

Die 1662 Pflanzen gaben zusammen mehr Kurzgriffel (51,93 Prozent) als Langgriffel (48,07 Prozent); die Abweichung vom Verhältnis 1 : 1, 1,93 Prozent, liegt aber nur wenig über dem einfachen mittleren Fehler (+1,23). Die gewöhnliche Sorte gab genau gleichviel von beiden Formen, der Riesen-Buchweizen, bei sehr kleiner Zahl, wieder entschieden mehr Kurzgriffel, ebenso der Silber-Buchweizen, der trotz des ähnlichen Namens, von einer anderen

Firma bezogen, von dem „silbergrauen“ der Jahre 1903 und 1904, der das umgekehrte Resultat gab, verschieden sein kann.

II. *Linum grandiflorum.*

Von dieser Art wurde in den Jahren 1903 und 1904 außer der typischen, rotblühenden Sippe, *L. g. f. rubrum*, auch die rosablühende *f. roseum* untersucht. Das Saatgut stammte von der Firma Benary in Erfurt.

1. Gewichtsbestimmungen.

Die Wägungen sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Auch hier wurden gewöhnlich je 25 Pflanzen ohne Wahl ausgezogen, sortiert, und dann die beiden Formen getrennt gewogen.

Tabelle 6.
Linum grandiflorum. 1903.

Versuch	langgrifflig			kurzgrifflig			
	Zahl	Gesamtgewicht in g	Gewicht einer Pflanze	Zahl	Gesamtgewicht in g	Gewicht einer Pflanze	
L. g. f. rubrum	I 2	57	848	14,9	43	636	14,8
	3	50	1321	26,4	50	800	16,0
	4	51	472	9,3	49	594	12,1
	5	51	556	10,9	49	631	12,9
	6	55	651	11,8	45	485	10,8
	zusammen	264	3848	14,8	236	3146	13,3
L. g. f. roseum	II 1	54	109	2,1	46	109	2,4
	2	50	314	6,3	50	406	8,1
	3	52	365	7,2	48	472	9,8
	4	57	355	6,2	43	176	4,1
	5	53	401	7,6	47	333	7,1
	6	49	135	2,8	51	144	2,8
	7	50	162	3,2	50	167	3,3
	8	50	184	3,7	50	225	4,5
	9	52	210	4,0	48	253	5,3
	10	50	256	5,1	50	282	5,6
	11	51	137	2,7	49	150	3,1
zusammen	568	2628	4,63	532	2717	5,11	
I. u. II.	832	6476	7,78	768	5863	7,63	
		52,00 Prozent			48,00 Prozent		

1904

L. g. ru. III ₁	54	184	3,4	46	135	2,9
L. g. ru. III ₂	56	103	1,8	44	99	2,3
L. g. ros. IV ₁	51	170	3,3	49	149	3,0
III, IV	161	457	2,84	139	383	2,76
I—IV	993	6933	6,98	907	6246	6,89

Das durchschnittliche Gewicht der 993 langgriffligen Pflanzen ist 6,98 g, das der 907 kurzgriffligen 6,89 g. Die Differenz fällt also zugunsten der Langgriffel aus und beträgt 0,09 g oder, auf das Gewicht der Kurzgriffel berechnet, 1,36 Prozent. Der Mittelwert ist 6,935 g und die Abweichung davon 0,045 g oder $\pm 0,64$ Prozent; m ist = $\pm 1,12$ Prozent.

Der größte Versuch, mit der *f. roseum*, gab eine Abweichung zugunsten der Kurzgriffel, die aber durch die entgegengesetzten Abweichungen der beiden kleineren Versuche mehr als ausgeglichen wird. Sehr wahrscheinlich ist überhaupt kein Unterschied im Gewicht da.

2. Verhältniszahl der beiden Formen.

Die Zählungen der Jahre 1903 und 1904 bringt Tabelle 7, und die Tabelle 8 in zusammengedrängter Form; in diese zweite sind auch die Zahlen aufgenommen, die sich bei den Wägungsversuchen ergaben. Versuch V und VI bringen die Nachkommenschaft getrennt geernteter Langgriffel und Kurzgriffel, 1903, nach spontaner Bestäubung.

Das Gesamtergebnis sind also 52,41 Prozent Langgriffel und 47,59 Prozent Kurzgriffel. In jedem Versuch ist stets ein deutlicher Überschuß an Langgriffeln vorhanden, ja schon fast bei jeder einzelnen Zenturie. Denn bei den 36 Gruppen mit 100 oder mehr Individuen überwiegen 27 mal die Langgriffel, 4 mal die Kurzgriffel, und 5 mal halten sich die beiden Formen

Tabelle 7.

L. g. f. rubrum						L. g. f. roseum		
1903			1904			1903		
Versuch	langgr.	kurzgr.	Versuch	langgr.	kurzgr.	Versuch	langgr.	kurzgr.
I 1	54	46	III 1	54	46	II 12	49	51
7	52	48	2	56	44	13	24	26
8	54	46	3	52	48	14	6	7
9	52	48	4	58	42	zusamm.	79	84
10	58	42	5	52	48	1904		
11	47	52	6	53	47	IV 1	51	49
12	30	36	7	56	44	2	65	35
			8	38	62	3	63	37
			9	10	8	4	12	11
zusamm.	347	318	zusamm.	429	389	zusamm.	191	132
Prozent	52,18	47,82	Prozent	52,44	47,56	Prozent	59,1	40,9
			V. k♀ + l♂	157	155			
			VI. l♀ + k♂	82	77			
			zusamm.	239	232			
			Prozent	50,7	49,3			

Tabelle 8.

L. g. f. rubrum					L. g. f. roseum						
Versuch		langgriffl.		kurzgriffl.		Versuch		langgriffl.		kurzgriffl.	
			%		%				%		%
I	1-12	611	52,45	554	47,55	II	1-14	647	51,23	616	48,77
III	1-9	429	52,44	389	47,56	IV	1-4	191	59,13	132	40,87
V		157	50,32	155	49,68	zusammen		838	52,84	748	47,16
VI		82	51,57	77	48,43	beide Variet.					
zusammen		1279	52,12	1175	47,88	zusammen		2118	52,41	1923	47,59
										m = ± 0,79	

die Wage. Die beiden Varietäten sind darin gleich. Obwohl die Abweichung vom Verhältnis 1 : 1 zugunsten der Langgriffel nur 2,41 Prozent beträgt, und der dreifache mittlere Fehler 2,37 Prozent, also nur wenig kleiner ist, halte ich den Ausschlag nach der Seite der Langgriffel für sichergestellt, eben wegen des Verhaltens der Einzelgruppen.

1915 wurden nochmals Aussaaten gemacht, deren Auszählung ich Fräulein DR. LILIENFELD verdanke, und die in der Tabelle 9 zusammengestellt sind. Das Saatgut für Versuch VII und X kam von Benary, das für Versuch VIII und XI von Haage & Schmidt und das für Versuch IX und XII von Mann in Leipzig. Bei fast der gleichen Gewichtsmenge Samen (ungefähr 20 g) weist der ungleiche Ertrag auf innere Verschiedenheiten, wohl Altersunterschiede der Proben, hin.

Tabelle 9.
(Versuche von 1915.)

Datum		9. VII.—29. VII.			2. VIII.—29. IX.			zusammen			
		langgr.	kurzgr.	% kg	langgr.	kurzgr.	% kg	langgr.	kurzgr.	% kg	
L. g. rubrum	Aussaat	VII	123	107	46,5	118	118	50,0	241	225	48,3
		IX	47	40	46,0	56	61	52,1	103	101	49,5
		XI	177	154	46,5	164	180	52,3	341	334	49,5
		VII-XI	347	301	46,45	338	359	51,51	685	660	49,07
										m = ± 1,36	
L. g. roseum	Aussaat	VIII	35	38	52,0	134	134	50,0	168	172	50,6
		X	54	65	54,6	122	115	48,5	176	180	50,6
		XII	111	75	40,3	231	225	49,3	342	300	46,7
		VIII-XII	200	178	47,09	487	474	49,32	686	652	48,73
										m = ± 1,37	
zusammen		547	479	46,69	825	833	50,24	1371	1312	48,90	
		m = ± 1,56			m = ± 1,23			m = ± 0,96			

Die Einzelzählungen sind in je zwei Gruppen vereinigt, bis zum 1. August und nach diesem Tage. Um Satz zu sparen, sind die Prozente nur für die Kurzgriffel angegeben. Einzelne rosa blühende Pflanzen unter der *f. rubrum* — Verunreinigungen oder abgespalten — wurden bei dieser letzteren gezählt.

Auch hier sind, wie in den früheren Aussaaten, die Langgriffel im Vorteil¹⁾, 51,1 Prozent gegen 48,9 Prozent Kurzgriffel. Die Abweichungen vom Verhältnis 1 : 1 stimmen bei der *f. rubrum* verschiedener Herkunft gut untereinander, auch darin, daß die ersten Zählungen mehr Langgriffel, die späteren mehr Kurzgriffel gaben, aber nicht genug, um den Vorsprung der Langgriffel einzuholen. Bei der *f. roseum* ist von einer solchen Gesetzmäßigkeit bei den Einzelversuchen freilich nichts zu sehen.

Allgemeines.

1. Aus den Versuchen geht zunächst hervor, daß sich weder beim Buchweizen noch bei *Linum grandiflorum* die Langgriffel und die Kurzgriffel im Durchschnittsgewicht irgend wesentlich unterscheiden. Es ist das auch, wie man nachträglich sagen kann, verständlich. Denn die physiologischen Leistungen sind bei den Langgriffeln und Kurzgriffeln nicht wesentlich verschieden; es ist keine solche Arbeitsteilung eingetreten, wie bei den Männchen und Weibchen einer zweihäusigen Pflanze.

Bei *Primula elatior* hat L. ERRERA²⁾ auch keine Unterschiede der beiden Formen für die Zahl der Blüten in der Dolde gefunden, und aus den Angaben P. VOGLER's³⁾ läßt sich für *P. farinosa* nur ein sehr geringer Vorteil der Langgriffel in diesem Punkt berechnen. Eine sichergestellte größere Blütenzahl in der Dolde würde wohl auf einen kräftigeren Wuchs der betreffenden Form und damit auf ein höheres Gewicht schließen lassen.

2. Die Zählungen lehren, daß beim Buchweizen und bei *Linum grandiflorum* zur Blütezeit Langgriffel und Kurzgriffel nur annähernd im Verhältnis 1 : 1 vorhanden sind. Bei *Linum g.* überwogen die Langgriffel ganz deutlich, sowohl bei der *f. rubra* als bei der *f. rosea*. Beim Buchweizen verhielten sich die verschiedenen Sorten merklich ungleich. Bei zwei waren mehr Kurzgriffel vorhanden, wie auch bei den Zählungen G. v. UBISCH's, bei

¹⁾ Einige zweifelhafte Pflanzen, bei denen die Griffelspitzen die Antherenbasis etwas überragten, wurden als kurzgrifflig gerechnet; waren sie falsch bestimmt, so sind die Langgriffel noch mehr im Vorteil, als es die Tabelle zeigt.

²⁾ Sur les caractères hétérostyliques secondaires des Primevères. Rec. Inst. Botan. LÉO ERRERA, T. VI, p. 225 (1905) und Recueil d'Ouvres de L. E., Botan. Génér. T. I, p. 237 (1908).

³⁾ Über die Variationskurven von *Primula farinosa* L. Vierteljahrsh. d. naturf. Gesellsch. Zürich, Bd. 63, S. 264 (1901).

einer kein erkennbarer Unterschied, und bei einer waren die Langgriffel zahlreicher. Die sich widersprechenden Ergebnisse, die v. UBISCH für *Primula elatior* anführt, sind, wenn sie nicht rein zufälliger Natur sind, vielleicht auch Sippeneigentümlichkeiten.

Die größten und sorgfältigsten Zählungen im Freien, die ich kenne, hat L. ERRERA¹⁾ an *Primula elatior* angestellt. In der Umgebung von Brüssel waren von 6024 Pflanzen 3066 = 50,9 Prozent langgrifflig und 2958 = 49,1 Prozent kurzgrifflig. Die Abweichung vom Verhältnis 1 : 1 ist 0,9 Prozent, der mittlere Fehler des Mittelwertes dagegen 0,64 Prozent, die Abweichung ist also nicht mehr als anderthalbmal so groß und kann rechnerisch nicht als sichergestellt gelten. An 10 Standorten überwogen die Langgriffel, an 7 die Kurzgriffel. ERRERA zeigte dann, daß vom Publikum mehr Blütendolden der Langgriffel als der Kurzgriffel gepflückt werden, infolge ihrer etwas größeren Augenfälligkeit. „L'homme choisit ici sans choisir“. Von 3848 Dolden aus gekauften Sträußen waren 2135 langgrifflig = 55,5 Prozent und 1713 kurzgrifflig = 44,5 Prozent. Die Abweichung vom Verhältnis 1 : 1 beträgt 5,5 Prozent, der mittlere Fehler des Mittelwertes nur 0,71 Prozent; die Abweichung ist also fast 8mal größer und ganz sicher gestellt. Daraus lassen sich zwei Schlüsse ziehen, die für solche Zählungen nicht belanglos sind: An einem Standort, wo früher schon Unbeteiligte gesammelt haben, wird man zu wenig Langgriffel finden. Umgekehrt wird man, wenn man nicht sorgfältig alle Pflanzen eines Standortes untersucht oder sich die Pflanzen sammeln läßt, zu viel Langgriffel erhalten. Eine ungewollte Bevorzugung einer der beiden Formen liegt ja nahe; ich habe deshalb schon vor ERRERA's Veröffentlichung darauf geachtet, an jedem Zähltag die Beete möglichst zu erschöpfen.

Die Untersuchungen P. VOGLER's²⁾ bei *Primula farinosa* gaben übrigens, wie die wenig umfangreichen E. WIDMER's, auch ein Überwiegen der Langgriffel, 1366 = 51,8 Prozent gegenüber 1273 = 48,2 Prozent Kurzgriffel. Der mittlere Fehler des Mittelwertes ist 0,97, also kaum halb so groß als die Abweichung, 1,8 Prozent. Von den 8 Einzelstandorten zeigen aber 6 diesen Vorteil der Langgriffel.

3. G. VON UBISCH führt das Überwiegen der Kurzgriffel, das sie fast überall gefunden hat, auf illegitime Bestäubung dieser letzteren zurück. Seit den Untersuchungen BATESON's und GREGORY's wissen wir, daß bei *Primula*, und wohl bei allen Heterodistylen, legitim die Langgriffel rezessive Homozygoten, die Kurzgriffel Heterozygoten sind. Treten die illegitimen Bestäubungen lang + lang und kurz + kurz gleich oft ein, und geben sie

¹⁾ a. a. O. S. 225 des I. Bandes der gesammelten Werke.

²⁾ l. c. S. 272.

gleich gute Resultate, so muß das ein Überwiegen der Langgriffel bewirken¹⁾. Dieser Vorteil, der in ihrem homozygoten, rezessiven Verhalten begründet ist, kann nur dadurch ins Gegenteil verwandelt werden, daß, wie G. v. UBISCH annimmt, die illegitime Verbindung lang + lang schlechtere Resultate gibt, als die illegitime Verbindung kurz + kurz²⁾, seltener ist³⁾ oder schwieriger gelingt. Bei unseren Versuchspflanzen halte ich die Selbstbefruchtung und illegitime Befruchtung für ganz oder so gut wie ganz ausgeschlossen. Meine eigenen wiederholten, aber mehr gelegentlich angestellten und im einzelnen nicht protokollierten Versuche hatten weder beim Buchweizen noch bei *Linum grandiflorum* Erfolg. Für den Buchweizen nahmen schon S. KORSHINSKY und N. MONTEVERDE⁴⁾ aus ihren Versuchen, im Gegensatz zu DARWIN, als höchst wahrscheinlich an, daß überhaupt nur die legitime Bestäubung wirksam sei, dagegen sowohl die Selbstbestäubung als auch die illegitime Bestäubung durchaus keine Fruchtbildung zur Folge habe. Und bei *Linum grandiflorum* hatte auch DARWIN für die Bestäubung lang + lang gar keine Resultate zu verzeichnen (während die Langgriffel wie wir sahen, im Vorteil sind), und seine guten Ergebnisse für die Bestäubung kurz + kurz stehen mit dem Versuchsergebnis HILDEBRANDT'S⁵⁾ im Widerspruch.

Es soll durchaus nicht in Abrede gestellt werden, daß das Gelingen der Selbstbefruchtung und illegitimen Befruchtung, verbunden mit einer Bevorzugung bald der Verbindung lang + lang, bald der Verbindung kurz + kurz, bei der Verschiebung des mechanischen Zahlenverhältnisses 1 : 1

¹⁾ Nehmen wir eine langgriffelige (aa) und eine kurzgriffelige Pflanze (Aa) an, die zusammen isoliert sind und je 500 weibliche und 500 männliche Keimzellen bilden. $\frac{3}{4}$ der Nachkommen soll legitim, $\frac{1}{4}$ illegitim entstehen. Dann bringt die Langgriffelige (125 + 187,5 =) 312,5 Langgriffel und 187,5 Kurzgriffel hervor, die Kurzgriffelige (187,5 + 31,25 =) 218,75 Langgriffel und (31,25 + 62,50 + 187,50 =) 218,75 Kurzgriffel. Die gesamte Nachkommenschaft besteht demnach aus 531,25 Langgriffeln und 468,75 Kurzgriffeln. Wird $\frac{1}{10}$ der Nachkommenschaft illegitim gebildet, so setzt sie sich aus 512,5 Langgriffeln und 487,5 Kurzgriffeln zusammen.

²⁾ Die Verf. findet sich dabei zum Teil in bewußtem Gegensatz zu den geläufigen Annahmen in der Literatur. Die seinerzeit auch von mir für *Primula* benützte Angabe DARWIN'S, daß die illegitime Verbindung lang + lang fruchtbarer sei als die illegitime Verbindung kurz + kurz, stützt sich übrigens nicht nur auf die von G. VON UBISCH wiedergegebenen Zahlen, sondern auch auf eine Tabelle (Form of Flowers, 1877, S. 48), nach der von 9 Spezies *Primula* nur eine, *P. Auricula* (wahrscheinlich die Gartenaurikel, *P. pubescens* = *P. Auricula* + *viscosa*) bei der Bestäubung kurz + kurz bessere Resultate gab.

³⁾ Auch diese Frage suchte ERRERA bei *Primula elatior* zu lösen (l. c. S. 266), erhielt aber kein sicheres Ergebnis.

⁴⁾ Bestäubungsversuche an Buchweizen (Vorläufige Mitteilung). Bot. Centralblatt, Bd. 81, S. 167 u. f. (1900). 231 selbstbestäubte Blüten gaben 6, 212 illegitim bestäubte 7 Früchtchen, wahrscheinlich durch Versuchsfehler. Andere Autoren (RICHTER und LEBEDIONZEW, zitiert bei FRUWIRTH, l. c. S. 115) haben wenigstens bei illegitimer Fremdbestäubung bessere Resultate angegeben.

⁵⁾ Experimente über den Dimorphismus von *Linum perenne* und *Primula sinensis*. Bot. Zeitg. 1864, S. 2.

eine Rolle spielen kann und auch spielt. Näher scheint mir aber die Annahme zu liegen, daß irgend eine Konkurrenz eine Rolle spielt, z. B. die Langgriffel-Bestimmer und die Kurzgriffel-Bestimmer unter den Pollenkörnern der kurzgriffligen Form ungleiche Chancen für die Befruchtung haben, etwa wie die Männchenbestimmer und Weibchenbestimmer bei den Pollenkörnern des *Melandrium*-Männchens. Das muß sich in Fällen auffälliger Abweichung vom Zahlenverhältnis 1 : 1 experimentell prüfen lassen. Langgrifflig ♀ × kurzgrifflig ♂ müßte, je nach der Pollenmenge, die zum Versuch verwendet wird, ein verschiedenes Verhältnis geben, während kurzgrifflig ♀ × langgrifflig ♂ unabhängig von der Pollenmenge stets das gleiche Verhältnis geben müßte. Darauf, daß bei *Linum grandiflorum* 1904 tatsächlich die Nachkommenschaft der Kurzgriffel (Vers. V, Tab. 7) viel genauer das Verhältnis 1 : 1 gab, als die der Langgriffel (Vers. VI), möchte ich bei der Kleinheit der Zahlen nicht viel Gewicht legen.

Die Abweichungen der zwei (oder drei) Formen der Heterostylen von ihrem „mechanischen“ Zahlenverhältnis werden, wie die der Geschlechter von dem ihrigen, gewiß nicht durch eine Ursache bedingt sein und nach der einen oder anderen Richtung, selbst innerhalb einer Art, wie der Buchweizen eine ist, je nach der Sippe oder dem Sippengemisch erfolgen können.

Nachschrift. Leider habe ich oben die Angaben RAUNKIÄRS (Overs. K. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. 1906, S. 33) übersehen. Bei *Primula elatior* waren unter 3465 Pflanzen 50,0 Prozent Langgriffel, bei *P. officinalis* unter 934 46,4 Prozent und bei *P. farinosa* unter 320 50,9 Prozent. JOHANNSEN (Elemente, II. Aufl., S. 109) zeigte, daß die Abweichungen vom Verhältnis 1 : 1 nicht sicher gestellt sind.

52. Versuche bei Pflanzen das Geschlechtsverhältnis zu verschieben.

Hereditas Bd. 2, 1—24. 1921.

Nach einem der Briefe, die G. MENDEL an C. NÄGELI gerichtet hat (am 27. Sept. 1870; CORRENS 1905, S. 241, G. A. Anhang), legte er sich schon selbst die Frage vor, ob sich das Problem der Geschlechtsbestimmung nicht mit Hilfe der Gesetzmässigkeiten lösen lasse, die er bei seinen Erbsenbastarden gefunden hatte, und die wir jetzt mit seinem Namen bezeichnen. Der Weg, den er dort andeutet, ist, wie wir jetzt wissen, nicht gangbar, und auch nach der Wiederentdeckung MENDELS führten die ersten Versuche in dieser Richtung nicht zum Ziel. Trotzdem war der Grundgedanke richtig und fruchtbar. Wir wissen jetzt, dass sich der Vorgang der (primären) Geschlechtsbestimmung in völlige Parallele bringen lässt zu der Rückbastardierung eines einfachen mendelnden Bastardes mit seinem rezessiven Elter. Damit ist ein uraltes Problem gelöst, über das ungezählte Hypothesen aufgestellt worden waren, von denen sich, als die Lösung kam, keine einzige als richtig erwies — wie das so zu gehen pflegt.

Wir sind freilich noch lange nicht so weit, dass wir nun immer und ausschliesslich das eine oder das andere Geschlecht entstehen lassen könnten. Noch spielen die Faktoren, die man als Zufall zusammenfasst, eine zu grosse Rolle, und sie werden es vielleicht immer tun. Aber die Mechanik des Vorganges selbst ist uns wenigstens klar geworden.

Überall im Tierreich und oftmals im Pflanzenreich treten uns die beiden Geschlechter, das männliche und das weibliche, entgegen. Aus der Vereinigung ihrer Keimzellen, des Spermatozoons und des Eies, entsteht ein neues, wieder männliches oder weibliches Individuum.

Die Geschlechter verhalten sich jedoch nicht gleich hinsichtlich der Keimzellen, die sie bilden. Das eine Geschlecht bringt nur *einerlei* (unter sich also

Die Belege für meine eigenen Versuche sind zum Teil in zwei Abhandlungen in den Sitzungsberichten der preussischen Akademie der Wissenschaften, vom 13. Dez. 1917 (G. A. 42, 849) und vom 5. Dez. 1918, (G. A. 44, 925) zu finden. Viele Angaben sind neu und sollen bald an gleicher Stelle ausführlich bewiesen werden. Die zoologische Literatur, auch die neuste, ist bei R. GOLDSCHMIDT (1920) zu finden, die ältere botanische bei STRASBURGER (1900) und bei CORRENS-GOLDSCHMIDT (1913). — Ich habe hier nur ganz wenig neuere Literatur zitiert und verweise wegen der übrigen auf die genannten Arbeiten.

gleiche) Keimzellen hervor. Wir wollen es mit R. HERTWIG das *homogametische* nennen. Das andere, *heterogametische* Geschlecht produziert dagegen *zweierlei* Keimzellen. Die eine Sorte soll *Männchenbestimmer*, die andere *Weibchenbestimmer* heissen. Denn die Zygoten (die Embryonen), an deren Bildung sich jene beteiligen, werden zu Männchen, die Zygoten (die Embryonen), in denen diese aufgehen, geben Weibchen.

Gewöhnlich ist es das männliche Geschlecht, das die zweierlei Keimzellen hervorbringt. Seltener ist es umgekehrt, und das weibliche Geschlecht bringt zweierlei Eier hervor, die von einerlei Spermatozoen befruchtet werden. So ist es bei den Schmetterlingen, den Vögeln, vermutlich auch bei den Fröschen.

Halten wir uns an den häufigeren Fall, wo das männliche Geschlecht heterogametisch ist. Dann kommen bei der Entstehung eines Weibchens zwei Keimzellen zusammen, die gleiche Tendenz besitzen — ein Ei und ein weibchenbestimmendes Spermatozoon —, und wenn dieses Weibchen seine Keimzellen bildet, entsteht lauter Gleiches, wie bei einem homozygotischen Individuum. Bei der Bildung eines Männchens kommt dagegen Ungleiches zusammen, das bei der Bildung der Keimzellen, wie bei einem einfachsten, spaltenden Bastard, wieder auseinander geht.

Im Einzelnen ist noch vieles fraglich; die verschiedenen Organismen verhalten sich vielleicht auch nicht ganz gleich darin. Es ist aber fast immer für eines gesorgt: Wenn bei der Bildung eines neuen Individuums Ungleiches zusammen kommt, entsteht stets dasselbe, heterogametische Geschlecht.

Die Beweise für diese neue Theorie der Geschlechtsbestimmung sind von dreierlei Art.

Zunächst haben wir zahlreiche Fälle (fast nur bei Insekten: Hemipteren, Dipteren, Lepidopteren, und bei Nematoden), wo sich die beiden Geschlechter und die beiderlei Keimzellen des heterogametischen Geschlechtes an ihren Chromosomengarnituren unterscheiden lassen. Im Extrem hat das heterogametische Geschlecht ein Chromosom, weniger als das homogametische. Die zwei Klassen seiner Keimzellen unterscheiden sich dann dadurch, dass der einen ein Chromosom, das „*Geschlechtschromosom*“, fehlt, das bei der andern Klasse vorhanden ist. Man kann die zweierlei Keimzellen mit dem Mikroskop, wenigstens bei ihrer Entstehung, unterscheiden.

Es ist das zweifellos der einfachste, eleganteste Beweis für die neue Theorie, den wir hauptsächlich den Arbeiten E. WILSONS verdanken. Man darf aber nicht vergessen — wozu dieser Erfolg nur zu leicht verführt —, dass dies Verhalten das *Endglied* einer Entwicklungsreihe ist. Der Unterschied in der Chromosomengarnitur der beiden Geschlechter hat sich erst allmählich, *als Folge* der Geschlechtsbestimmung herausdifferenziert, er ist

nicht die *Ursache* des Vorgangs. — Im Pflanzenreich hat man trotz vielem Suchen erst einen Fall gefunden, bei dem Lebermoos *Sphaerocarpus*, wo sich männliche und weibliche Sporen und Pflänzchen etwas durch ihren Chromosomenbestand unterscheiden. (CH. E. ALLEN, Science, N. S. Vol. 46, p. 466, 1917, für *S. Donellii* und M. A. SCHACKE, ibid. Vol. 49, p. 218, 1919, für *S. texanus*, zitiert nach G. TISCHLER).

Eine zweite Gruppe von Beweisen liefert die *geschlechtsbegrenzte Vererbung*. Sie hat z. B. an den Fällen der Bluterkrankheit und der Farbenblindheit gezeigt, dass die neue Theorie, wie zu erwarten, auch für den Menschen gilt, und dass hier der Mann heterogametisch ist. Wie sicher solche Schlüsse sind, haben die Schmetterlinge bewiesen. Aus verschiedenen Vererbungsversuchen hatte man zunächst geschlossen, dass hier das *weibliche* Geschlecht heterogametisch sei. Später konnte J. SEILER das glänzend bestätigen durch die Entdeckung, dass das Weibchen ein Chromosom weniger hat, als das Männchen, und zweierlei Eier hervorbringt, solche mit und solche ohne ein Geschlechtschromosom.

An dritter Stelle sind die Ergebnisse zu nennen, die bei *Bastardierungen* zwischen *getrenntgeschlechtigen* Arten (mit Männchen und Weibchen) einerseits und *gemischtgeschlechtigen* (einhäusigen oder zwittrigen) Arten andererseits erhalten wurden. Solche Versuche haben, wenn wir von einem einzigen, später gefundenen Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung absehen, bisher allein die Gültigkeit der neuen Theorie für die höheren Pflanzen dargetan.

Nach der Befruchtung ist entschieden, was für Keimzellen der neue Organismus hervorbringen wird, bei einem Tier also, was für Keimdrüsen es bilden wird, Hoden oder Eierstöcke. Das ist die *primäre* Geschlechtsbestimmung. In vielen Fällen, z. B. bei den Insekten und Pflanzen, ist damit über die ganze weitere Entwicklung entschieden. In anderen Fällen, so bei den Wirbeltieren, wird ein Teil der Merkmale des Geschlechtes erst entfaltet unter der Mitwirkung der *Keimdrüsen*, durch Stoffe („Hormone“), die diese hervorbringen. Wir können das die *sekundäre* Geschlechtsbestimmung nennen.

Nur die primäre finden wir z. B. bei den Schmetterlingen. Kastriert man, wie das OUDEMANS, KOPEČ und MEISENHEIMER getan haben, Raupen und transplantiert die Keimdrüsen des anderen Geschlechtes in sie, so bleibt das Aussehen der Tiere dasjenige, welches zu den *ursprünglich* vorhandenen Keimdrüsen gehört. Ein Männchen des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) kann z. B. nach der Operation den Leib vollgepfropft mit Eiern haben und hat doch sonst das Schuppenkleid, überhaupt die sekundären Geschlechtscharaktere eines normalen Männchens. Führt man dagegen dieselben Operationen bei Ratten oder Meerschweinchen aus, wie das STEINACH getan hat, so erhält das Männchen, dem man die Hoden genommen und dafür

Eierstöcke eingepflanzt hat, nicht nur den Habitus eines Weibchens, es nimmt auch dessen psychische Eigenschaften an.

Männchenbestimmer und Weibchenbestimmer werden beim heterogametischen Geschlecht bei einer Zellteilung, der Reduktionsteilung, geschieden. Man kann das, wenn zytologische Unterschiede zwischen den Geschlechtern vorhanden sind, direkt *sehen*. Damit ist aber schon gesagt, dass die beiderlei Keimzellen im Verhältnis 1 : 1, also *in gleichen Zahlen, angelegt* werden. Das lässt nun weiter erwarten, dass auch die beiden *Geschlechter* in gleichen Zahlen gefunden werden. *Der Mechanismus der Geschlechtsbestimmung verlangt, wenn er ganz ungestört verläuft, das „mechanische“ Geschlechtsverhältnis 1 : 1.*

Tatsächlich findet man dies Zahlenverhältnis der Geschlechter nur ausnahmsweise annähernd genau. Fast stets ist das eine Geschlecht deutlich häufiger als das andere, und zwar in einem Masse, das für die Sippe oder Species charakteristisch ist.

Man hat darin ein Argument gegen die neue Theorie der Geschlechtsbestimmung zu finden gemeint. Mit Unrecht. Ich konnte schon damals, als ich sie 1907 durch meine Bastardierungsversuche mit *Bryonia dioica* und *alba* aufbauen half, darauf hinweisen, dass auch bei mendelnden Bastarden die Zahlenverhältnisse zum Teil sehr auffallend von der Erwartung abweichen, aber nur durch *sekundäre* Einflüsse, und dass solche gewiss auch die Verschiebungen des Zahlenverhältnisses 1 : 1 bei den Geschlechtern bedingen.

Am eingehendsten ist das Geschlechtsverhältnis beim Menschen untersucht. In allen Kulturländern übersteigt, wie die Volkszählungen zeigen, die Zahl der Mädchen und Frauen die der Knaben und Männer. In Deutschland kamen vor dem Krieg auf 100 männliche Individuen 102,3 weibliche, jetzt, nach dem Krieg, etwa 109. Bei den Lebendgeburten überwiegen dagegen umgekehrt die Knaben beträchtlich, wie allbekannt; auf 100 Mädchen werden in Deutschland etwa 105 Knaben geboren. Die verschiedenen Nationen weichen mehr oder weniger, meist nur unbedeutend, davon ab. In jeder ist das Verhältnis wieder etwas verschieden, wenn man Erstgeburten und spätere Geburten, eheliche und uneheliche Geburten etc. mit einander vergleicht. Untersucht man die Totgeburten, so ist die Zahl der Knaben auffällig grösser, und unter den Fehlgeburten sind noch viel mehr Knaben vorhanden, so dass man annehmen darf, auf 100 Mädchen werden etwa 125 Knaben konzipiert. Das wäre also das *primäre* Geschlechtsverhältnis beim Menschen, das sich dann immer mehr, auch noch nach der Geburt, zu Gunsten des weiblichen Geschlechtes verschiebt, bis schliesslich dieses überwiegt.

Es müssen also die knabenbestimmenden Spermatozoen irgendwie im Vorteil sein, da ja, wie wir wissen, der Mann heterogametisch ist. Der Vorteil kann verschiedene Ursachen haben. Es könnten z. B. die mädchenbestimmenden Spermatozoen während ihrer Ausbildung gegen schädigende Einflüsse empfindlicher sein, als die knabenbestimmenden, sodass zur Zeit der Befruchtung schon das *Zahlenverhältnis* der beiderlei Spermatozoen nicht mehr 1 : 1 wäre. Oder es könnten die Knabenbestimmer irgendwie *tüchtiger* für die Befruchtung sein, z. B. eine grössere Schnelligkeit entfalten, als die Weibchenbestimmer. Das hat z. B. LENZ angenommen und, wie SCHLEIP, damit in Zusammenhang zu bringen versucht, dass den männchenbestimmenden Spermatozoen das (für den Menschen übrigens noch nicht sicher nachgewiesene) Geschlechtschromosom fehle, und sie deshalb ihres geringeren Gewichtes wegen schneller schwimmen könnten.

Mit dem Menschen lässt sich nicht experimentieren, und die Statistik ist nur ein mangelhafter Ersatz dafür. Bei Tieren und Pflanzen müssen sich dagegen die Abweichungen vom mechanischen Geschlechtsverhältnis durch Versuche aufklären lassen. Ich habe die Lichtnelken, *Melandrium album* und *rubrum* und Bastarde dieser beiden Arten, dafür gewählt, die ja, seit GIRON DE BUZAREIGNES, oft dazu gedient haben. Wie kaum eine andere diözische Versuchspflanze hat die Lichtnelke den Vorteil, dass man vom selben Elternpaar eine grosse Nachkommenschaft, viele Tausende, erhalten kann, aber, wie alle, auch den Nachteil, dass sich das Geschlecht erst sehr spät erkennen lässt, frühestens, wenn die Blüten angelegt werden. Einstweilen wenigstens fand ich alles, was in der Literatur über sekundäre Geschlechtscharaktere angegeben wird, unzuverlässig. Selbst der Habitus der blühenden Pflanze kann täuschen. Ich habe schon aus diesem Grunde stets die Blüten selbst untersucht.

Zunächst sei mit einigen Worten der Bau der Blüten einer weiblichen *Melandrium*-Pflanze geschildert (Fig. 1). Entfernen wir Kelch und Krone, so finden wir den eiförmig-länglichen Fruchtknoten, am Grunde von Rudimenten der Staubgefässe umgeben, die gewöhnlich nur ganz winzig sind. Im Fruchtknoten sitzen an der zentralen Plazenta etwa 300 bis 400 Samenanlagen, gelegentlich etwas weniger oder noch etwas mehr, an 10 Längsleisten. Auf ihm stehen die langen Griffel, gewöhnlich 5 an Zahl. Die Narbahaare bilden daran lange Streifen, die, am Grunde der Griffel schmal beginnend, nach oben immer breiter werden und an der Spitze der Griffel diese ganz umfassen. Auf diese Narbahaare muss durch ein Insekt, etwa einen Schmetterling, der Blütenstaub einer männlichen Pflanze übertragen werden. Die Pollenkörner keimen an den Haaren, treiben ihre Schläuche in die Griffel, wachsen

in diesen hinab bis zum Fruchtknoten und durch einen Gewebestrang, der, unter der Insertion der Griffel, das Dach des Fruchtknotens mit der Spitze des Trägers der Samenanlagen verbindet, zu den Samenanlagen, in denen sie dann die Eizellen befruchten.

Diese Befruchtung führt einer der beiden *Spermakerne* in den Pollenschläuchen aus. Diese Kerne sind natürlich die wirklichen weibchenbestimmenden und männchenbestimmenden Keimzellen. Da beide aber unter sich zweifellos in ihren erblichen Anlagen übereinstimmen, kann man auch von weibchenbestimmenden und männchenbestimmenden *Pollenschläuchen* und *Pollenkörnern* sprechen, wie wir es im Folgenden tun werden. — Den experimentellen Beweis für die gleiche Veranlagung der beiden Spermakerne liefert die Bestäubung des rezessiven Elters mit dem Pollen eines einfachen mendelnden Bastardes beim Mais, wenn dabei „Xenien“ entstehen. Die Embryobastarde und Endospermbastarde stimmen in ihrem erblichen Verhalten stets überein.

Das Geschlechtsverhältnis fand STRASBURGER für *Melandrium album* im Freien (bei Bonn) zu 43,8 Prozent Männchen und 56,2 Prozent Weibchen (an 10 662 Pflanzen). Seine Kulturen geben alle zusammengenommen, 43,7 Prozent Männchen und 56,3 Prozent Weibchen (11 904 Pflanzen). SHULL ermittelte für seine Versuche insgesamt 43,1 Prozent Männchen und 56,9 Prozent Weibchen (11 197 Pflanzen). Es überwiegen also stets die Weibchen, und die Zahlen stimmen unter sich auffallend gut überein.

Nach eigenen, früheren, unveröffentlichten Versuchen und den umfangreicheren SHULL's kann man aber von verschiedenen Elternpaaren Nachkommenschaften erhalten, die merklich, ja sehr auffallend verschiedene Verhältniszahlen für die Geschlechter geben. Daraus folgt, dass man Zahlen, die man mit einander vergleichen will, stets von ein und demselben Pärchen gewinnen muss. Wie notwendig diese, früher nicht beachtete Bedingung ist, haben die neuen Versuche wieder schlagend bewiesen.

Bei *Melandrium* sind die Männchen heterogametisch; es werden also

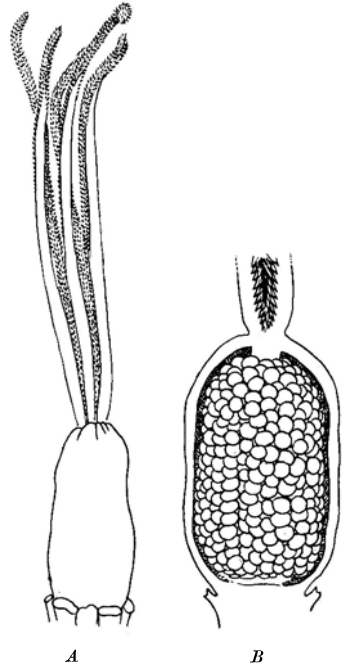


Fig. 1. *Melandrium*. A. Stempel aus der Blüte eines Weibchens, etwas vergrößert. B. Fruchtknoten, die Wand zur Hälfte weggenommen, um die freie, mittelständige Plazenta mit den vielen Samenanlagen und den Gewebestrang zu zeigen, der sie mit dem Dach des Fruchtknotens und den dort aufsitzenden Griffeln verbindet. Stärker vergrößert.

zweierlei Pollenkörner und nur einerlei Eizellen gebildet. Das war schon aus meinen Bastardierungsversuchen mit *Melandrium* und der zwittrigen *Silene viscosa* zu schliessen und wurde durch den von E. BAUR entdeckten

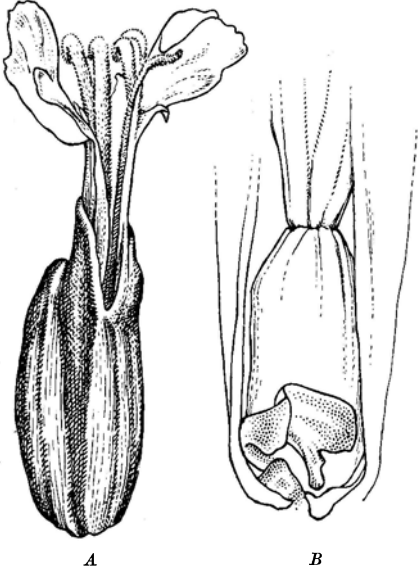


Fig. 2. *Melandrium album* + *rubrum*, f. *oligopetalum*. A ganze Blüte, mit 2 normalen Blumenblättern ($\frac{5}{1}$). B dieselbe Blüte, nach Entfernung des Kelches. Zwischen den Nägeln der zwei normalen ein verküppeltes Blumenblatt ($\frac{7}{1}$). Dr. O. Römer gez.

und von SHULL näher studierten ersten und bisher einzigen Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung bestätigt. — Es wird das übrigens nicht der einzige bleiben; mir sind zwei weitere bekannt, von denen ich Ihnen wenigstens einen im Bilde vorführen will (Fig. 2). Für gewöhnlich hat die *Melandrium*-Blüte 5 verwachsene Kelchblätter, 5 freie Kronblätter und, je nach dem Geschlecht, 5 + 5 Staubblätter oder 5 verwachsene Fruchtblätter. Es giebt nun eine Sippe, bei der die Krone mehr oder weniger stark reduziert ist, ganz unabhängig von den übrigen Blattkreisen der Blüte. Beim selben Individuum sind dann bald alle 5 Petalen normal vorhanden, bald wird ein Petalum, bald mehr, selbst alle 5, verküppelt oder ganz rudimentär, so dass die sichtbare Krone 5- bis 0-blättrig ist. Diese Reduktion der Krone tritt aber nur beim weiblichen Geschlecht ein;

die zugehörigen männlichen Geschwister zeigen davon nichts. Im einzelnen ist der Fall noch nicht ausgearbeitet.

Das starke Überwiegen der Weibchen legt nahe, anzunehmen, dass die weibchenbestimmenden Pollenkörner irgendwie im Vorteil sind, und da kommt man leicht zu der Annahme, sie keimten entweder schneller oder ihre Schläuche wüchsen rascher.

Ist dies der Fall, so muss es von Einfluss auf das Geschlechtsverhältnis der Nachkommenschaft sein, *wieviel Blütenstaub man auf die Narben bringt*, ob man mit sehr viel Pollen bestäubt oder mit sehr wenig, mit vielmal mehr Pollenkörnern, als Samenanlagen im Fruchtknoten vorhanden sind, oder mit gleichviel Körnern, oder mit noch weniger. Im ersten Fall steigern wir den Wettbewerb der verschiedenen schnellen Pollenschläuche um die Eizellen so sehr wie möglich, im zweiten heben wir ihn ganz auf.

Was bei dem Versuche herauskommen muss, machen wir uns am einfachsten durch ein Beispiel klar. Wir nehmen an, es fände ein Wettlauf von Knaben und Mädchen statt, durch den festgestellt werden soll, ob die einen oder die andern schneller liefen. Als Ziel sind 50 Sessel aufgestellt, auf die sich die Kinder bei der Ankunft sofort setzen, so lange noch freie Plätze vorhanden sind. Jede Galanterie ist natürlich ausgeschlossen.

Zunächst laufen zwei ganze Schulen, jede mit etwa 500 Kindern, gleichzeitig. Je nachdem man dann mehr Knaben oder mehr Mädchen auf den Sesseln findet, wird man mit Recht schliessen, dass die Knaben oder die Mädchen im Durchschnitt schneller sind.

Dann laufen ganz wenig Kinder, nur 50 oder noch weniger. Jedes Kind, auch das langsamste, wird schliesslich noch seinen Sitz bekommen. Man wird dann aus der Zahl der Knaben und Mädchen auf den Sesseln nur einen Schluss auf die Verhältniszahl ziehen können, in der sich die beiden Geschlechter am Wettlauf beteiligten, keinen auf ihre Schnelligkeit.

Sehen wir uns nun das Ergebnis der ersten einschlägigen Bestäubungsversuche an.

Zunächst verwenden wir sehr viel Pollen, so viel als die Narben fassen wollen, etwa so viel, wie in 10 bis 20 Antheren vorhanden ist, also etwa 25 000 bis 50 000 Körner, wenn (nach STRASBURGERS Ermittlung) die Anthere 2500 enthält. Die Nachkommenschaft, 2256 Individuen, setzt sich aus 68,35 Prozent Weibchen und 31,65 Prozent Männchen zusammen.

Dann bringen wir sehr wenig Pollen auf die Narbe; es mögen 400 Körner oder weniger sein. Die Nachkommenschaft, 2377 Individuen, besteht aus 56,22 Prozent Weibchen und 43,78 Prozent Männchen.

Verwendet man noch weniger Pollen, nur Spuren, zur Bestäubung, so dass die Mehrzahl der Samenanlagen unbefruchtet bleiben muss, so ändert das am Ergebnis nichts, wie weitere Versuche zeigten, und wie es leicht einzusehen ist. Wenn überhaupt einmal der Wettbewerb aufgehoben ist, hat die Zahl der Teilnehmer keinen Einfluss mehr.

Mit sehr viel Pollen gab es also 12 Prozent mehr Weibchen als mit sehr wenig. Die Differenz ist mehr als 8 mal so gross als ihr mittlerer Fehler und völlig sicher gestellt. Man muss aus dem Ergebnis der Versuche auf die Richtigkeit der oben gemachten Annahme, also auf eine grössere Schnelligkeit der weibchenbestimmenden Pollenschläuche schliessen, sei es im Keimen oder im weiteren Wachstum oder in beidem. Mir ist es wenigstens unmöglich, eine andere Erklärung zu finden.

Sie haben nun gewiss schon zwei Fragen auf der Zunge.

Einmal: Warum erhältst Du bei Verwendung auch der grösstmöglichen Pollenmengen nur 67 Prozent Weibchen und nicht noch mehr, warum nicht ausschliesslich Weibchen?

Darauf ist Folgendes zu antworten.

Zunächst ist doch nur die *durchschnittliche* Schnelligkeit der männchenbestimmenden und der weibchenbestimmenden Pollenschläuche verschieden. Man muss sich vorstellen, dass sich bei jeder der zwei Pollensorten für die Schnelligkeiten der Pollenschläuche eine Kurve konstruieren lässt, mit einer mittleren, häufigsten Schnelligkeit, und dass diese beiden Kurven sehr stark übereinander greifen, ihre Mittelwerte also nur wenig auseinander liegen. Ein schneller Männchenbestimmer wird rascher zum Ziel gelangen, als ein langsamer Weibchenbestimmer, genau wie ein schnellfüssiges Mädchen einen langsamen Knaben überholen wird, obschon im Durchschnitt die Knaben schneller laufen werden.

Trotzdem müsste sich im Versuch eine vollständige Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zu Gunsten der Weibchen erreichen lassen, wenn man eine genügend grosse Zahl von Pollenkörnern, alle in der gleichen Entfernung, nicht allzunah dem Ziel, dem Fruchtknoten, anbringen und keimen lassen könnte. Das ist aber ausgeschlossen. Die Narben können keine unbegrenzte Zahl Pollenkörner aufnehmen (und die Griffel nicht beliebig viel Pollenschläuche). Vor allem aber bilden die Narben sehr lange und sehr schmale Streifen, deren eines Ende dicht am Fruchtknoten liegt, während das andere weit davon entfernt ist. Um bei unserem Vergleich zu bleiben ist es bei möglichst vollständiger Bestäubung der Narben gerade so, wie wenn sehr viele Knaben und Mädchen, gut durcheinander gestellt, auf einer *Strasse* zum Wettlauf antreten würden, die ersten nur 100 m, die letzten 1000 m vom Ziel entfernt. Auch dem schnellsten Läufer, der in 900 m Entfernung beginnt, wird es unmöglich sein, vor dem Ziel einen langsamen einzuholen, der durch den Zufall in nur 100 m Entfernung zu stehen kam und so eine Vorgabe von 800 m erhielt.

Je mehr Pollenkörner ich verwende, desto mehr spielt die Zufallsvorgabe eine Rolle, je mehr ich aber diese Vorgabe durch Beschränkung der Pollenkörner auf eine Querzone an den Griffeln zu verhindern suche, desto mehr schränke ich ihre Zahl und damit den Wettbewerb ein. Die Grösse und vor allem die Form der Narben bedingen also, dass die Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zu Gunsten der Weibchen bald an einer unübersteigbaren Grenze ankommt, über die hinaus kein Fortschritt möglich ist.

Sie werden mich aber auch fragen: Warum erhältst Du bei dem Abschluss jeglichen Wettbewerbes nicht gleichviel Männchen und Weibchen? Warum überwiegen auch dann noch diese letzteren?

Das kann nur darauf beruhen, dass die Weibchenbestimmer oder die weiblichen Embryonen irgend einen weiteren Vorteil haben. Die betreffenden Pollenkörner könnten während ihrer Fertigstellung resistenter gegen schädigende Einflüsse sein, oder die Embryonen. Während der Entwicklung gehen

immer befruchtete Samenanlagen ein, es keimen lange nicht alle tauglich aussehenden Samen, und es sterben auch Pflanzen ab, ehe ihr Geschlecht festgestellt werden kann. Darunter könnten mehr Männchen als Weibchen sein, wie beim Menschen mehr Knaben als Mädchen vom Zeitpunkt der Konzeption ab zu Grunde gehen.

Im Übrigen verhalten sich nicht alle Elternpaare hierin gleich. Bei andern als den oben verwendeten habe ich nach Ausschluss jeden Wettbewerbes auch *gleichviel* Männchen und Weibchen erhalten, ja sogar etwas mehr Männchen als Weibchen.

Ein Beispiel mag ausreichen. Ein bestimmtes Weibchen gab nach Bestäubung mit sehr wenig Pollen 42 Kapseln mit 44 bis 111 guten Samen, aus denen 2640 Pflanzen erwachsen. Davon waren 1342, also *50,83* Prozent, Männchen. Der mittlere Fehler ist etwa $\pm 0,97$. Die Bestäubung mit sehr viel Pollen gab in 7 Kapseln zwischen 314 und 445 Samen, aus denen 2355 Pflanzen hervorgingen, darunter 842 Männchen, also *35,75* Prozent. Der mittlere Fehler ist etwa ± 1 Prozent. Die Differenz macht 15 Prozent aus. Der Wettbewerb hatte also hier, wo die beiderlei Keimzellen sonst gleich begünstigt waren, eine besonders auffällige Wirkung.

Verwendet man eine mässig grosse Menge Pollen zur Bestäubung, so erhält man, wie zu erwarten, ein Geschlechtsverhältnis, das zwischen den Extremen, dem mit sehr viel und dem mit sehr wenig Pollen, liegt. Von denselben Elternpaaren, die für die ersten Versuche benutzt worden waren, wurde auch eine Nachkommenschaft aufgezogen, zu deren Erzeugung der Blütenstaub je *einer* einzelnen Anthere verwendet worden war, wo also etwa 2500 Körner auf die Narben einer Blüte kamen. Von den 1997 Pflanzen waren 784, also *39,36* Prozent, männlich. Die Zahl liegt so zwischen den Extremen, 31,65 und 43,78 Prozent Männchen, dass man aus ihr berechnen kann, das Maximum der Wirkung des Wettstreites werde schon bei der Verwendung von zwei und einer halben Anthere, etwa 6250 Pollenkörnern, erreicht. Vorausgesetzt ist dabei, dass eine Proportionalität zwischen der Pollenmenge und der Wirkung des Wettstreites besteht. Jedenfalls habe ich bei den Versuchen mit sehr viel Pollen viel zu grosse, unnötige Mengen verwendet. Es handelt sich eben nicht darum, wie viel Pollenkörner überhaupt auf die Narben gebracht werden, sondern darum, wie viele die nötigen Keimungsbedingungen auf ihnen finden.

Hat man einmal gefunden, dass ein Wettbewerb um die Eizellen zwischen den männchenbestimmenden und den weibchenbestimmenden Keimzellen stattfindet, so kann man sich eine Reihe weiterer Versuche ausdenken, deren Ergebnis sich voraussagen lassen muss. Ich will hier nur zwei erwähnen.

Beim ersten entsprach das Resultat vollständig der Erwartung, während es beim zweiten dahinter zurückblieb.

Kehren wir zu unserem Gleichnis eines Wettlaufes zwischen Knaben und Mädchen zurück. Am Ziel seien diesmal aber die 50 Sessel in der Richtung der Bahn, etwa in einer Doppelreihe, aufgestellt. Die zuerst ankommenden, schnellsten Kinder werden sich auf die ersten Plätze setzen. Je später ein Kind am Ziel ankommt, desto weiter muss es noch laufen, um einen freien Sessel zu finden, bis schliesslich alle von den 50 schnellsten Läufern besetzt sind. Laufen die Knaben im Durchschnitt schneller, so werden also auf der vorderen (proximalen) Hälfte der Sesselreihe vorwiegend Knaben sitzen. Von der mittleren Schnelligkeit und der Zahl der wettlaufenden Kinder hängt es ab, wie viel Knaben dort Platz finden werden, und ob auf der hinteren (distalen) Hälfte ebenfalls mehr Knaben oder mehr Mädchen vorhanden sein werden.

Demnach müssen wir einen Unterschied im Geschlechtsverhältnis zwischen den Nachkommen aus den Samen der oberen und denen der unteren Hälfte derselben *Melandrium*-Kapsel erwarten. Denn man darf annehmen, dass die ersten Pollenschläuche, die von oben aus den Griffeln durch den Verbindungsstrang zu dem Träger der Samenanlagen kommen (Fig. 1 B, S. 1093), die obersten Samenanlagen befruchten werden, und die folgenden immer tiefer stehende, je später sie in den Fruchtknoten gelangen. Teilt man nun die Kapsel quer über, erntet die Samen des oberen und des unteren Abschnittes für sich und säet sie getrennt aus, so kann man in der Tat aus dem oberen Abschnitt mehr Weibchen erhalten, als aus dem unteren. In einem speziellen Fall, dem ersten derartigen Versuch, gaben die oberen Abschnitte der Kapseln (die etwa $\frac{2}{5}$ der gesammten Samenzahl umfassten) unter 1502 Pflanzen 494, also 32,9 Prozent Männchen, die unteren Abschnitte (mit $\frac{3}{5}$ der Gesamtzahl an Samen) unter 2030 Pflanzen 920, also 45,3 Prozent Männchen. Der Unterschied, 12,4 Prozent, ist sicher gestellt. Ja, fast jede einzelne der 30 Kapseln zeigte den grösseren Reichtum an Weibchensamen im oberen Kapselabschnitt.

Sie werden mich auch hier wieder fragen: Warum hast Du keinen grösseren Unterschied zwischen den beiden Kapselabschnitten erhalten? Vor allem: Warum gab es aus den oberen Abschnitten nicht noch viel mehr Weibchen?

Daran ist wieder verschiedenes Schuld.

Zunächst hatte ich so viel Pollen zur Bestäubung verwendet, als in einer Anthere enthalten ist, also *zu viel*. Denn am schärfsten muss der Unterschied der beiden Abschnitte dann hervortreten, wenn nur so viel Pollenkörner auf den Narben sind, dass gerade alle Samenanlagen befruchtet werden.

Dann ist wieder daran zu denken, dass ja nur ein *durchschnittlicher* Unterschied in der Schnelligkeit der männchenbestimmenden und der weibchenbestimmenden Pollenschläuche vorhanden ist, und die Zufalls-Vorgabe ebenso einen Einfluss haben wird.

Endlich wird beim Befruchten der Samenanlagen von den Pollenschläuchen die Reihenfolge von oben nach unten am Träger nicht so streng eingehalten, wie man es von vornherein erwarten könnte. Es lässt sich das zum Beispiel so zeigen, dass man mit Spuren von Pollen bestäubt und die unreifen Kapseln untersucht. Man sieht dann, dass die wenigen Samenanlagen, die sich weiter entwickelt haben, zwar an der oberen Hälfte des Trägers zu sitzen pflegen, dass es aber durchaus nicht *nur* die obersten sind, und auch nicht *alle* obersten.

In anderer Weise lehrt der folgende Versuch das gleiche. Wir bestäuben ein *weissblütiges Melandrium* zunächst mit sehr wenig Pollen des *rotblühenden M. rubrum* und dann, nach vierundzwanzig Stunden, sehr reichlich mit dem Blütenstaub eines *weissblühenden* Männchens. Zunächst entstehen also rotblühende Bastarde, dann weissblühende Nachkommen. Ernten wir nun wieder das obere Drittel der Kapseln getrennt, so gehen aus ihm zwar viel mehr rotblühende Bastarde hervor, als aus dem mittleren und unteren Drittel zusammen. Aber sie sind nicht ausschließlich in ihm entstanden. Es blühen auch Pflanzen aus den mittleren und unteren, zusammen geernteten Dritteln rot. Ich fand unter 851 Pflanzen aus oberen Dritteln 352, also 41,4 Prozent, rot, und von 1856 Pflanzen aus den dazugehörigen mittleren und unteren Dritteln 145, also 7,8 Prozent, rot. Insgesamt waren 497 rot, davon fielen 71 Prozent auf die oberen und 29 Prozent auf die mittleren und unteren Drittel.

Die spärlichen Pollenkörner des *Melandrium rubrum* haben also, trotz des grossen Vorsprunges, der ihnen gegeben worden war, nicht die Samenanlagen von oben nach unten ganz der Reihe nach im oberen Drittel befruchtet. Sie haben mehr als die Hälfte der dort befindlichen Samenanlagen unbefruchtet gelassen und dafür noch fast 8 Prozent des mittleren und unteren Drittel aufgesucht. Wie die Schläuche der *rubrum*-Pollenkörner werden sich auch die erstankommenden weibchenbestimmenden Pollenschläuche verhalten.

Nun zu dem anderen Versuche.

Es liegt nahe, die grössere Geschwindigkeit der Schläuche der Weibchenbestimmer so nachzuweisen, dass man nur die ersten, die in den Fruchtknoten dringen, befruchten lässt. Man wartet nach der Bestäubung eine gewisse Zeit, die durch Probieren leicht festzustellen ist, und schneidet dann die Griffel knapp über dem Fruchtknoten ab. Aus den so erhaltenen Samen gingen zwar mehr Weibchen hervor als aus denen der Kontrollversuche, aber nicht so viel mehr, als ich erwartet hatte. In einem Fall erhielt ich z. B. 73,27 Prozent Weibchen (unter 449 Pflanzen), beim Kontrollversuch, nach Bestäubung mit dem Pollen einer ganzen Anthere, 62,95 Prozent Weibchen. Ein andermal waren, nach rechtzeitigem Stutzen, unter 1016 Pflanzen 69,49 Prozent Weibchen; wenn das Stutzen unterblieben war, befanden sich unter den 5185 Nachkommen 55,78 Prozent Weibchen.

Dass der Erfolg nicht grösser war, erklärt sich wieder dadurch, dass nur die *mittlere* Geschwindigkeit der weibchenbestimmenden Schläuche grösser ist als die der männchenbestimmenden. Eine Voraussetzung für das ideale Gelingen des Versuches ist dann, dass man die Pollenkörner alle ungefähr in gleicher Entfernung vom Fruchtknoten auf die Narbenstreifen bringt. Je weiter entfernt von der Insertion der Griffel das geschieht, desto besser wird durch die grössere Länge des Weges für den Vorteil der schnelleren Schläuche gesorgt. Der Blütenstaub von *Melandrium* ist nun aber ziemlich locker-pulverig, und es sind bei den Versuchen gewiss Körner am Narbenstreifen herabgefallen und haben so eine Zufalls-Vorgabe erhalten, die auch den langsameren (männchenbestimmenden) unter ihnen erlaubte, Befruchtungen auszuführen, ehe die Griffel abgeschnitten wurden. Der Auslese der ersten im Fruchtknoten ankommenden Pollenschläuche durch das Stutzen der Griffel wirkt die Aufhebung des Wettbewerbes durch ganz kleine Pollenmengen entgegen, die eine ungewollte Vorgabe erhalten. Die Schuld liegt an der Streifenform der Narben.

Richtiger wäre es auch gewesen, die zu stutzenden Griffel mit ziemlich viel, die Kontrollgriffel nur mit sehr wenig Pollen zu belegen, statt, wie es geschehen ist, stets die gleiche Pollenmenge, den Inhalt einer Anthere, zu benützen.

Wir dürfen also als bewiesen ansehen, dass die Abweichungen vom mechanischen Geschlechtsverhältnis 1 : 1 bei *Melandrium* dadurch zustande kommen, dass die weibchenbestimmenden Pollenkörner im Durchschnitt die generativen (und Sperma-)Kerne irgendwie rascher zu den Eizellen befördern, als die männchenbestimmenden, durch rascheres Keimen oder schnelleres Wachstum der Pollenschläuche oder durch beides zugleich.

Die Versuche bilden einen neuen Beweis, den vierten, für die Richtigkeit der vorgetragenen Theorie der Geschlechtsbestimmung. Denn sie lassen sich nur so erklären, es würden zweierlei Pollenkörner gebildet, und diese Zwifaltigkeit hänge zusammen mit der Entscheidung darüber, ob das männliche oder das weibliche Geschlecht entsteht.

Wir erhalten nun auch einen neuen Weg, auf dem sich wohl zuweilen entscheiden lassen wird, ob die neue Theorie für eine bestimmte zweihäusige Pflanze gilt, und ob das männliche Geschlecht die zweierlei Keimzellen hervorbringt. Entscheidend ist natürlich nur ein *positives* Resultat, eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses schon allein durch Abänderung der Pollenmenge, mit der bestäubt wird. Ein solcher Versuch ist bereits im Gang.

Sehr wichtig ist, dass der mittlere Unterschied in der Schnelligkeit zwischen den männchenbestimmenden und den weibchenbestimmenden Pollenschläuchen

offenbar bei verschiedenen Elternpaaren *verschieden gross* sein kann. Ja in einzelnen Fällen ist er so klein, dass es fraglich bleibt, ob er überhaupt vorhanden ist. So gaben in einem Versuch die oberen Abschnitte der Kapseln 1510 Nachkommen, von denen 43,18 Prozent Männchen waren, die unteren Abschnitte 3676 Pflanzen, unter denen sich 44,14 Prozent Männchen befanden, also nur 1,46 Prozent mehr. Und bei einem Stutzversuch befanden sich unter den 1541 Nachkommen 50,75 Prozent Weibchen, während die aus 924 Pflanzen bestehende Kontrolle 49,89 Prozent Weibchen gab, also nur 0,86 Prozent weniger. Beide Male waren die Bedingungen für einen Wettbewerb gegeben, blieben aber so gut wie wirkungslos. Das kann wohl nur darauf beruhen, dass hier gar keiner stattfand, und beiderlei Pollenkörner sich gleich verhielten.

Fast gleichzeitig mit den ersten Versuchen über den Wettbewerb der Pollenkörner bei *Melandrium* sind Arbeiten von HERIBERT-NILSSON¹⁾ und RENNER (1917) erschienen, in denen derselbe Wettstreit um die Samenanlagen für die zweierlei Pollenkörner gewisser Oenotheren nachgewiesen wurde. HERIBERT-NILSSON hat dafür die spezielle Bezeichnung „Zertation“ geprägt, statt des von mir benützten, mehr allgemeinen Ausdruckes „Konkurrenz“. Ich selbst hatte schon 1902 eine ungleiche Schnelligkeit der beiderlei Pollensorten als einen der Wege bezeichnet, auf dem bei einem einfachen mendelnden Bastarde ein Zahlenverhältnis der Nachkommen erklärt werden könne, das stark von der Erwartung abwich (CORRENS 1902, S. 167, G. A. 9, 294).

RENNER (1919a und b) ist es möglich gewesen, die beiderlei Pollenkörner und Pollenschläuche bei *Oenothera* an ihren Stärkekörnern zu unterscheiden, während bei *Melandrium*, einstweilen wenigstens, kein Kriterium gestattet, die männchenbestimmenden und die weibchenbestimmenden Körner auseinander zu halten.

Bei den bisher besprochenen Versuchen mit *Melandrium* liess sich durch Benützung des Wettstreites zwischen den zweierlei Keimzellen des männlichen Geschlechtes eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zu Gunsten des weiblichen Geschlechtes erreichen. Es ist mir aber bei derselben Versuchspflanze auch gelungen, den entgegengesetzten Erfolg, eine Verschiebung zu Gunsten des männlichen Geschlechtes, zu erzielen, und zwar durch *Alternlassen* der Keimzellen. Das hatte schon STRASBURGER versucht, aber ohne Ergebnis.

¹⁾ N. HERIBERT-NILSSON hat über seine Versuche zusammenfassend in dieser Zeitschrift, Bd. I, Heft 1 berichtet (Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche und gestörte Mendelzahlen bei *Oenothera Lamarckiana*, l. c. S. 41).

Das Alter der *Eizellen* hatte bis jetzt auch bei meinen Experimenten keine erkennbare Wirkung. Blüten, die nach dem vierten oder fünften Tag nach dem Aufblühen nicht mit Pollen belegt worden waren, fielen meist ab. Man kann also nicht sehr lange mit der Bestäubung warten. Unter 3028 Pflanzen, die aus ganz jungen Eizellen hervorgegangen waren, waren 1320, also 43,6 Prozent Männchen, und unter 3708, die von sehr alten Eizellen abstammten, 45,0 Prozent.

Dagegen hatte das Alter der *Pollenkörner* Einfluss. Selbstverständlich deckt es sich nicht mit dem Alter der befruchtenden Spermakerne, die ja erst nach der Keimung der Pollenkörner aus dem generativen Kern entstehen. Es ist aber leicht verständlich, dass die Beschaffenheit des Mutterkernes für seine beiden, ja nur kurzlebigen Tochterkerne, die Spermakerne, Bedeutung haben kann.

STRASBURGER verwandte 8-tägigen und 13-tägigen Pollen und erzielte damit, wie gesagt, keine Verschiebung. Ich konnte, nach genügend langsamem Trocknen und sorgfältiger Aufbewahrung über Natronkalk, noch mit 120 Tage altem Blütenstaub Befruchtungen und mit 110 Tage altem blühende Pflanzen erhalten.

Je älter der Pollen wird, desto schlechter wird freilich der Ansatz. Bis zu 80 Tagen hatte ich noch mit dem Inhalt *einer* Anthere einigen Erfolg, bei einer bestimmten Versuchspflanze z. B. an 14 Blüten im Durchschnitt 30 Befruchtungen pro Blüte. Den ganz alten Pollen brachte ich in grossen Mengen auf die Narben, ohne von jeder so behandelten Blüte auch nur eine Kapsel mit tauben Samen zu erhalten. Dabei ist freilich zu berücksichtigen, dass eine befruchtete Samenanlage, oder auch einige wenige, nicht genügen, den Fruchtknoten zu dauernder weiterer Entwicklung zu bringen. Es spielt auch hier das „Reifungsminimum“ eine Rolle, der Quotient *befruchtete Samenanlagen: vorhandene Samenanlagen*, bei dem eben Fruchtbildung mit dem Minimum an reifen Samen eintritt (CORRENS 1916, S. 19, G. A. 39, 793).

Auch nach reichlichster Bestäubung und bei den günstigsten Weibchen konnte ich bei meinen Zählungen nie alle Samenanlagen weiter entwickelt finden. Mindestens 9 Prozent waren immer ganz unentwickelt, also gewiss unbefruchtet geblieben. Die weiterentwickelten liessen sich bei den reifen Kapseln nach dem Aussehen — ob prall oder mehr oder weniger kantig-faltig — in drei Klassen bringen: ganz gute, sicher taube und fragliche, wobei diese letzten fast immer am seltensten waren. Keimversuche lehrten, dass von den guten Samen auch unter den günstigsten Bedingungen lange nicht alle keimten, und dafür gelegentlich ein etwas faltiger doch aufging. Das Aussehen gab also keine völlig sichere Auskunft über die Keimfähigkeit.

Nach der Bestäubung mit frischem Pollen ist die Zahl der Samen überhaupt am grössten, und die der fraglichen und tauben Samen am geringsten;

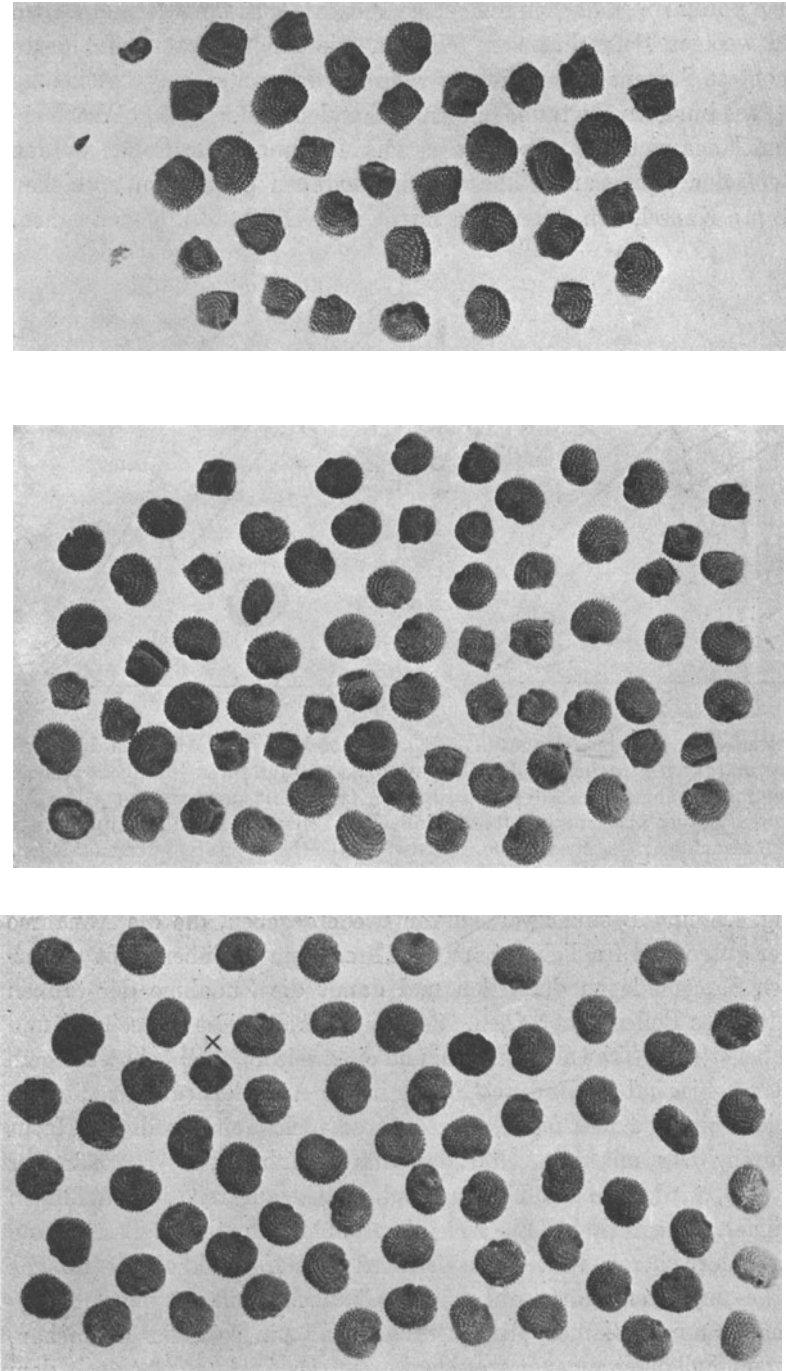


Fig. 3. *Melandrium*. Samen vom selben Elternpaar, aber bei A der Pollen ganz frisch, bei B 59 Tage alt, bei C 80 Tage alt. Bei A und B ein Teil des Inhaltes einer Kapsel, bei C der gesamte Inhalt. Man beachte die Zunahme der schlechten, faltigen Samen; bei A ist nur einer (bei x) vorhanden. Vergr. $\frac{5}{1}$. Photogr. E. Lau.

sie macht bei normalen Weibchen nur einige Prozente aus. Je älter der Pollen wird, desto weniger Befruchtungen gelingen, wie schon gesagt, und desto mehr befruchtete Samenanlagen bleiben während der weiteren Entwicklung stecken, so dass immer mehr taube Samen vorhanden sind. Die Zahl der fraglichen nimmt lange nicht im selben Masse zu. Mit ganz altem Pollen werden nur noch einzelne gute Samen ausgebildet, im oben erwähnten speziellen Fall 7 bis 8 pro Kapsel, von denen aber nur je zwei blühende Pflanzen gaben.

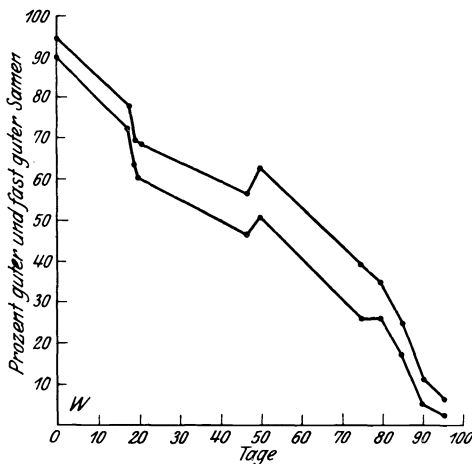


Fig. 4 A. *Melandrium*. Abnahme der guten (untere Kurve) und guten + fraglichen (obere Kurve) Samen mit zunehmendem Alter des Pollens, in Prozenten der überhaupt weiter entwickelten (befruchteten) Samenanlagen. Versuchspflanze 499 W.

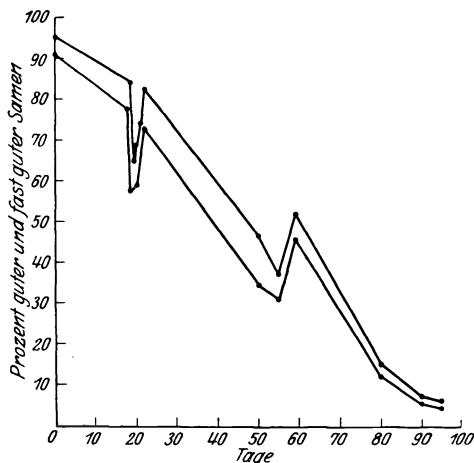


Fig. 4 B. *Melandrium*. Abnahme der guten (untere Kurve) und guten + fraglichen (obere Kurve) Samen mit zunehmendem Alter des Pollens, in Prozenten der überhaupt weiter entwickelten (befruchteten) Samenanlagen. Versuchspflanze 499 T.

Als Fig. 4 A und B sind zwei Kurven wiedergegeben, die die Abnahme der Zahl der guten und fraglichen Samen in Prozenten der überhaupt weiter entwickelten Samenanlagen darstellen und damit die Zunahme der tauben mit dem Alter des Pollens gut zeigen. Bei der einen, 4 B, ist der scharfe und tiefe Sattel bei etwa 20 Tage altem Pollen und ein zweiter Sattel bei 55-tägigem sehr auffallend. Sie sind gewiss durch Fehler in der Aufbewahrung des Pollens bedingt, wie kleinere Knickungen, soweit diese nicht rein zufälliger Natur sind. Dadurch, dass mit dem Alter des Blütenstaubes der Ansatz immer schlechter wird, wird auch der Umfang und die Genauigkeit der Zählungen immer geringer. Theoretisch liesse sich dieser Fehler durch die Bestäubung von immer zahlreicheren Blüten ausgleichen; in der Wirklichkeit ist das wegen der beschränkten Blütenzahl nur in mässigem Umfange möglich.

Säet man nun die Samen aus, so erhält man um so mehr Männchen, mit je älterem Pollen sie erzeugt worden waren. Da ja der Ansatz mit dem

Alter des Blütenstaubes rasch abnimmt, und schon durch eine Anthere 20-tägigen Pollens nur mehr die Hälfte der Samenanlagen befruchtet werden kann, muss bei den Kontrollversuchen mit ganz frischem Pollen der Wettbewerb ebenfalls ausgeschlossen werden. Für solche Bestäubungen darf also nur „sehr wenig“ Pollen verwendet werden.

Fig. 5 giebt die Resultate an dreien von meinen 6 Versuchspflanzen in Kurvenform übersichtlich wieder. Die starken Schwankungen gegen das Ende der Kurven sind durch die zuletzt sehr kleinen Zahlen bedingt, die für die Konstruktion benützt werden mussten. Bei Kurve T ist wieder die scharfe Einsattelung sehr deutlich, die sich, durch einen Fehler in der Behandlung des Pollens bedingt, schon in der Kurve für die Prozentzahl guter Samen zeigte.

Wie das Altern auf den Blütenstaub wirkt, ist noch fraglich, wird sich auch wegen der grossen Zahl tauber Samen und aus anderen Gründen nicht so leicht entscheiden lassen. Am wahrscheinlichsten ist mir, dass die männchenbestimmenden Pollenkörner im Durchschnitt lebenszäher sind, und ihre Zahl deshalb

mit dem Altern relativ immer mehr zunimmt. Man kann sich auch vorstellen, dass diese grössere Zähigkeit in Zusammenhang mit ihrer geringeren Schnelligkeit, sei es im Keimen oder im Wachstum der Schläuche, steht. — Einige Beobachtungen sprechen dafür, dass sich die Wirkung des Alters nicht durch einen beliebigen anderen schädigenden Einfluss ersetzen lässt.

Als Nebenresultat stellte sich eine Zunahme der Zwitter mit dem Altern des Pollens heraus, wenn überhaupt bei den Versuchspflanzen die Neigung vorhanden war, solche hervorzubringen. Unter 1422 Pflanzen z. B., die durch Bestäubung von vier Weibchen mit altem Pollen eines Männchens entstanden waren, befanden sich 28 Zwitter, gleich 1,97 Prozent, während es unter 2327 Pflanzen, die von den gleichen Eltern stammten, aber durch Bestäubung mit sehr viel ganz frischem Pollen hervorgegangen waren, nur einen Zwitter, gleich 0,043 Prozent gab.

Die Versuche stimmen in ihrem Hauptergebnis ganz zu jenen allbekann-

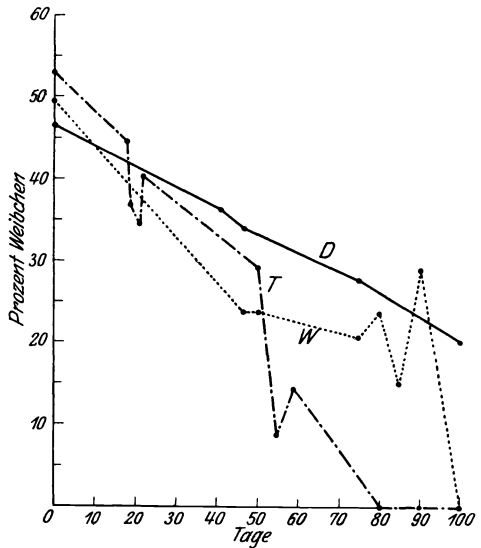


Fig. 5. *Melandrium*. (Zunahme der Männchen und) Abnahme der Weibchen mit zunehmendem Alter des zur Bestäubung benutzten Pollens.

ten, die R. HERTWIG mit Fröschen angestellt hat. Je älter hier die Eier wurden, ehe man sie befruchtete, desto mehr Männchen gingen aus ihnen hervor, bis schliesslich nur mehr Männchen erhalten wurden. Beim Frosch ist wahrscheinlich das weibliche Geschlecht heterogametisch und bildet männlichbestimmte und weiblichbestimmte Eier. Da aber so gut wie alle befruchtet werden und sich weiter entwickeln können, ist hier eine ungleiche Lebensfähigkeit als Ursache der Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses ausgeschlossen.

In welcher Richtung die Erklärung zu suchen sein dürfte, lehren die erst jüngst veröffentlichten Untersuchungen J. SEILERS (1920), die auch im Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie angestellt worden sind.

Bei der Psychide *Talaeporia* ist das weibliche Geschlecht sicher heterogametisch, und es ist auch ein sehr deutliches Geschlechtschromosom vorhanden, das bei der Reifeteilung oft hinter den Autosomen herhinkt. Das Weibchen hat 59, das Männchen 60 Chromosomen. Bleibt das Geschlechtschromosom im Ei, so entsteht ein Männchen, wird es aus dem Ei herausbefördert, ein Weibchen. Durch Untersuchung der Reifeteilung bei Eiern, die unter normalen Bedingungen gelegt worden waren, fand SEILER, dass das Geschlechtschromosom häufiger nach außen als nach innen geht, und so für gewöhnlich mehr Weibchen als Männchen entstehen. Lässt man aber die Weibchen, und damit die Eier, so spät als möglich durch frischgeschlüpfte Männchen befruchten, so bleibt das Geschlechtschromosom häufiger *im* Ei, und es entstehen mehr Männchen. Die Zahlen sind noch klein, genügen aber, um das Ergebnis sicher zu stellen.

Derselbe Erfolg lässt sich durch erhöhte Temperatur erreichen, wenn man die Weibchen bei 40° C ihre Eier ablegen lässt. Es wird also durch Alter und durch Wärme (auch durch Kälte) irgendwie ein orientierender Einfluss auf das Geschlechtschromosom ausgeübt und dadurch das Zahlenverhältnis der beiderlei Eier und der beiden Geschlechter verschoben.

Ein weiterer Weg, das Geschlechtsverhältnis zu ändern, besteht darin, dass man Keimzellen zusammen bringt, die nicht aufeinander abgestimmt sind. R. GOLDSCHMIDT hat dies bei seinen bekannten Versuchen mit dem Schwammspinner, *Lymantria dispar*, erreicht, bei dem ebenfalls das weibliche Geschlecht die zweierlei Keimzellen hervorbringt. Es gibt von diesem Schmetterling deutsche und japanische Sippen, die sich z. T. an der Färbung unterscheiden lassen. Jede Sippe bringt, für sich gezüchtet, annähernd gleich viel Männchen und Weibchen hervor. Durch Bastardierung von deutschen mit gewissen japanischen Sippen lässt sich aber bewirken, dass auf dem Weg über Zwitterstufen schliesslich die Eier, aus denen eigentlich Weibchen werden sollten, ebenfalls Männchen geben, wie die Männchen-Eier, oder dass, bei anderen Kombinationen, die Eier, die Männchen geben sollten, auch zu

Weibchen werden. Der Grund liegt darin, dass das zur Eizelle tretende, fremde Spermatozoon eine andere Valenz besitzt, als das Spermatozoon der eigenen Sippe, eine zu starke oder eine zu schwache.

Ich muss mir versagen, noch weitere Fälle sicher festgestellter und gemutmasster Verschiebungen des Geschlechtsverhältnisses zu besprechen. Zusammenfassend können wir sagen:

Das Geschlechtsverhältnis ist nichts unabänderliches, der Species oder Sippe inhärentes, wie man geglaubt hat. Gegeben ist einerseits, durch den Modus der (primären) Geschlechtsbestimmung, das „mechanische“ Zahlenverhältnis 1 : 1 und andererseits das erblich festgelegte Verhalten der Keimzellen und Embryonen den äusseren Einflüssen gegenüber.

Nach dem Mitgeteilten kommt bei *Melandrium* das Geschlechtsverhältnis auf sehr verwickelte Weise zustande, und doch übersehen wir gewiss erst einen Teil der Ursachen. Es hat erstens die Menge des Blütenstaubes, der auf die Narben kommt, einen Einfluss. Zweitens wirkt sein Alter. Drittens kann von vornherein, zur Zeit der Befruchtung, das Zahlenverhältnis der männchenbestimmenden und der weibchenbestimmenden Keimzellen verschieden vom Verhältnis 1 : 1 geworden sein, oder später die Resistenz der Zygoten männlichen und weiblichen Geschlechtes ungleich. Dabei sind diese Einflüsse von einander unabhängig und vor allem sind sie sehr verschieden wirksam. Das beruht auf der sehr verschiedenen erblichen Veranlagung, z. B. auf einen bald grösseren, bald kleineren bis fehlenden Unterschied in der mittleren Geschwindigkeit, mit der die männchenbestimmenden und die weibchenbestimmenden männlichen Keimzellen zu den Eizellen gelangen.

Keht ein bestimmtes, durchschnittliches Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter immer wieder, bei *Melandrium* und überhaupt, so bald nur genügend grosse Zahlen vorliegen, so ist das dadurch bedingt, dass immer dieselben Kombinationen der äusseren Einflüsse in derselben Häufigkeit wiederkehren und auf ein Material wirken, das genotypisch ungefähr gleich zusammengesetzt bleibt. Viele Einflüsse fallen noch unter den Begriff Zufall und werden es zum Teil wohl immer tun. Und das ist ganz gut.

Zitierte Literatur.

1. CORRENS, C. 1902. Scheinbare Ausnahmen von der Mendelschen Spaltungsregel für Bastarde. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XX, S. 157, G. A. 9, 287.
2. — 1905. G. MENDELS Briefe an C. NÄGELI. Abhandl. d. K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig, math.-phys. Kl. XXIX, III. S. 189, G. A. Anhang.
3. — 1916. Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. Biol. Centralbl. XXXVI Bd., S. 12, G. A. 39, 785.

4. CORRENS, C. und GOLDSCHMIDT, R. 1913. Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. Berlin.
5. GOLDSCHMIDT, R. 1920. Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung. Berlin.
6. HERIBERT-NILSSON, N. 1920. Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche und gestörte Mendelzahlen bei *Oenothera Lamarckiana*. Hereditas I, S. 41.
7. RENNERT, O. 1917. Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre, Bd. XVIII.
8. — 1919a. Über Sichtbarwerden der Mendelschen Spaltung im Pollen einiger Önotheren. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXXVII, S. 128.
9. — 1919b. Zur Biologie und Morphologie der männlichen Haplonten einiger Önotheren. Zeitschr. f. Botan. XI. S. 305.
10. SEILER, J. 1920. Geschlechtschromosomen-Untersuchungen an Psychiden, I. Experimentelle Beeinflussung der geschlechtsbestimmenden Reifeteilung bei *Talaeponia tubulosa* Retz. Archiv f. Zellforsch. XV. Bd. S. 249.
11. STRASBURGER, E. 1900. Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biolog. Centralblatt, XX. Bd. S. 657.

53. Zweite Fortsetzung der Versuche zur experimentellen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses.

Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Bd.18, S. 330—354. 1921.

In einem Abstand von zwei Jahren folgt hier zu zwei Abhandlungen, die in diesen Berichten 1917 und 1918 erschienen sind, die Fortsetzung. Sie bringt teils den Abschluß schon früher besprochener Versuche, teils neue, alle mit *Melandrium* angestellt¹⁾.

I. Abschluß der Versuche über das Geschlechtsverhältnis nach Bestäubung mit mäßig viel Pollen.

Es war (1918, S. 1183, G. A. 44, 932) der Inhalt einer Anthere, also etwa 2500 Körner, auf die Narben gebracht worden. Im Jahre 1918 hatten 1096 Pflanzen, von 4 Weibchen stammend, geblüht, 635 Weibchen und 441, gleich 40,24 Prozent, Männchen. Die Tabelle 1 bringt nun den Rest, die 1919 blühende Nachkommenschaft, und das Endergebnis. Um Platz zu sparen, werden die einzelnen Versuche nicht mehr, wie früher, getrennt aufgeführt, sondern es sind immer die mit demselben Weibchen angestellten zusammengefaßt.

Der Umfang der Versuche ist um 901 Pflanzen, fast auf das Doppelte, gestiegen. Die Prozentzahl der Männchen sank dabei etwas, von 40,24 auf 39,36, also um 0,88. Dies beruht natürlich darauf, daß im zweiten Jahr relativ mehr Weibchen zum erstenmal blühten, eine Tatsache, die aus früheren Versuchen bekannt ist (1918, S. 1180, G. A. 44, 929) und uns auch wieder begegnen wird, aber durchaus nicht allgemein gilt. Die Stellung der Prozentzahl an Männchen nach Bestäubung mit mäßig viel Pollen zwischen der für sehr viel Pollen (31,65) und wenig Pollen (44,59) wird dadurch nur sehr wenig verschoben. Das Optimum, die geringste Pollenmenge, die zur Erzielung von möglichst viel Weibchen ausreicht, liegt etwas niedriger, als seinerzeit berechnet wurde, bei dem Inhalt von $2\frac{1}{2}$ Antheren, oder bei etwa 6250 statt 7350 Pollenkörnern.

¹⁾ Einige Ergebnisse sind bereits in einem Aufsatz in *Natur und Technik* (1920) verwendet worden, mehr in einem Vortrag, der im Dezember 1920 in Lund gehalten wurde und in der *Hereditas* erschienen ist (1921) (G. A. 52, 1088).

Tabelle 1.

Versuchspflanze und -Nummer	1918				1919				Zusammen			
	Gesamtzahl	♀	♂	Prozent ♂	Gesamtzahl	♀	♂	Prozent ♂	Gesamtzahl	♀	♂	Prozent ♂
A 15 d 83—88	640	382	258	40,31	488	296	192	39,34	1128	678	450	39,89
B 21 a III 89—94	204	123	81	39,71	200	110	90	45,00	404	233	171	42,33
C 22 b III 95—104	83	46	37	44,58	144	103	41	28,47	227	149	78	34,36
D 25 b I 105—110	169	104	65	38,46	69	49	20	29,00	238	153	85	35,71
Zusammen	1096	655	441	40,24	901	558	343	38,07	1997	1213	784	39,36
			$m = \pm 1,48$				$m = \pm 1,62$				$m = \pm 1,20$	

Da von drei Versuchspflanzen noch Samen vorhanden waren, wurden im Juni 1918 neue Aussaaten gemacht. Die Sämlinge blühten mit wenigen Ausnahmen erst 1919, dann aber fast alle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. ♂ 22 b III.

Versuch Nr.	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Versuch Nr.	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂		
♀ 15 d	291	362	271	162	109	40	♀ 25 b I	304	286	155	103	52	34
	292	357	305	193	112	37		305	276	147	101	46	31
	293	346	258	126	132	51		306	276	108	72	36	33
	294	339	291	190	101	35		307	269	159	96	63	40
	295	337	330	175	155	47		308	269	139	104	35	25
	296	335	289	178	111	38		309	258	147	110	34	23
	Zus.	2076	1744	1024	720	41,28		310	256	130	91	42	32
				$m = \pm 1,18$		Zus.	1890	985	677	308	30,25		
♀ 21 a III	297	241	87	59	28	32	alle Versuche zusammen	5601	3573	2191	1382	38,68	
	298	241	198	116	82	41							
	299	237	96	55	41	43							
	300	231	160	83	77	48							
	301	231	96	51	45	47							
	302	228	80	46	34	43							
	303	226	127	80	47	37							
Zus.	1635	844	490	354	41,94				$m = \pm 0,81$				
				$m = \pm 1,69$									

Die Zahlen der zweiten Aussaat sind viel größer als die der ersten, und zwar deshalb, weil bei ihr, infolge richtigerer Behandlung der Aussaaten, die Keimung viel allgemeiner war, als bei der ersten. Ich erhielt diesmal

von 5601 Samen 3573 blühende Pflanzen, also 64 Prozent, während früher 6293 Samen nur 1997 blühende Pflanzen, also 32 Prozent, gegeben hatten¹⁾.

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen vergleichend zusammengestellt.

Tabelle 3.

Ver- suchs- pflanze	I. Aussaat							II. Aussaat							Prozent- diffe- renz I—II
	Samen	Pflan- zen	Pro- zent	♂	♂	Pro- zent ♂	m ±	Samen	Pflan- zen	Pro- zent	♀	♂	Pro- zent ♂	m ±	
15 d	2253	1128	52	678	450	39,9	1,46	2076	1744	84	1024	720	41,3	1,18	-1,4
21 a III	1500	404	27	233	171	42,3	2,46	1635	844	52	490	354	41,9	1,69	+0,4
25 b I	1773	238	14	153	85	35,7	3,11	1890	985	52	677	308	30,3	1,46	-5,4
Zus.	6293	1997	39,95	1213	784	39,36	1,10	5601	3573	63,79	2191	1382	38,68	0,81	+0,68
															$m = \pm 1,36$

Die Abweichungen liegen stets noch innert der Fehlergrenzen. Sie sind auch nicht gleichsinnig ausgefallen — einmal gab die zweite Aussaat etwas mehr, zweimal weniger Männchen als die erste — und wohl rein zufälliger Natur. Auffallend ist nur das Verhalten des Weibchens 25 b I, das beide Male besonders wenig Männchen gab. (Dabei wurde, wie schon betont [1917, S. 699, G. A. 42, 862], stets das gleiche Männchen, 22 b III, zum Bestäuben benutzt.)

Für uns ist noch besonders wichtig, daß es offenbar keinen oder einen sehr geringen Einfluß auf das Sexualverhältnis hat (oder doch zu haben braucht), ob die Keimungsbedingungen besser oder schlechter sind. Weibchensamen und Männchensamen verhielten sich gleich.

II. Neue Versuche mit sehr viel und sehr wenig Pollen.

Bei den früher beschriebenen Versuchen (1918, S. 1178, G. A. 44, 927) hatte die Bestäubung mit sehr wenig Pollen nur 43,78 Prozent Männchen gegeben, statt der 50 Prozent, die nach Ausschluß jeglichen Wettbewerbes²⁾ der Pollen-

¹⁾ Früher waren die Samen auf sterilisierte Erde gebracht und ziemlich stark überstreut worden. Gegossen wurde mit Leitungswasser. Jetzt erfolgte die Aussaat ebenfalls in Töpfe, die mit der Erde sterilisiert worden waren. Über die Erde kam aber eine dünne Schicht Torfmull, der keine keimfähigen Samen enthielt, und darauf wurde erst ausgesät. Die Töpfe wurden, da das Licht die Keimung fördert, mit Glasscheiben gedeckt, hell gehalten, mit frischem Leitungswasser gegossen und erst mit steriler Erde überstreut, als die Keimung allgemein war. — Ohne die Torfmullschicht dringen die Keimlinge oft schlecht in die Erde ein, auf Torfmull allein hungern sie bald. Auch so war die Keimung in manchen Versuchsreihen noch unbefriedigend, während sie in andern bis zu 90 Prozent und mehr betrug. Die Behandlung mit Druckluft (nach DE VRIES) und die Injektion mit Wasser unter der Luftpumpe blieb ohne Einfluß oder schadenen eher.

²⁾ HERIBERT-NILSSON (1902, S. 49) schlägt für das Wort „Konkurrenz“, das auch ich bei ungleicher Schnelligkeit der beiderlei Pollensorten des *Melandrium*-Männchens gebraucht habe, den Terminus Zertation vor, da „eine Konkurrenz mehrfacher Art bei der Gameten- und Zygotenbildung und auch während des Befruchtungsverlaufes denkbar sei“, und nennt dementsprechend eine Rückkreuzung, bei der zwei Arten konkurrierenden Pollens beteiligt sind, Zertationskreuzung. Diese letztere Bezeichnung empfiehlt sich durchaus; im ersten Fall genügt, wo kein Mißverständnis aufkommen kann, wohl Wettstreit oder Wettbewerb der Pollenschläuche.

schläuche zu erwarten gewesen wären, und die dem „mechanischen“ Verhältnis 1 : 1 der weibchenbestimmenden und der männchenbestimmenden Keimzellen entsprochen hätten. Die Weibchenbestimmer — oder die weiblichen Keime — mußten bei diesen Versuchen also noch einen weiteren Vorteil besitzen neben der größeren Schnelligkeit auf dem Wege zu den Eizellen, und zwar einen Vorteil, der durch die völlige Aufhebung des Wettbewerbes nicht getroffen werden konnte. Denn daß Weibchenbestimmer und Männchenbestimmer in gleichen Zahlen, durch die Reduktionsteilung, angelegt werden, läßt sich nicht ernstlich in Frage ziehen.

Von zwei weiteren Versuchsreihen mit sehr viel und sehr wenig Pollen (Versuch 226—262) konnten seinerzeit (1918, S. 1182, Tabelle 8, G. A. 44, 932) nur vorläufige Ergebnisse mitgeteilt werden. Diesmal hatte ich fast nur Spuren von Pollen verwendet, und es war der Inhalt von 30 Kapseln ausgesät worden, die 52 bis 101 Samen enthielten, also etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{7}$ der möglichen Zahl. Bei fast gleicher Differenz zwischen den Ergebnissen mit sehr viel und sehr wenig Pollen (11,64 statt 12,13 Prozent) wiesen die beiden neuen Reihen damals wesentlich mehr Männchen auf, als die ersten Versuche (35,25 statt 31,65 Prozent bei sehr viel und 46,89 statt 43,78 bei sehr wenig Pollen).

Ich bringe nun zunächst in zwei Tabellen die definitiven Ergebnisse. Zu den ersten 30 Kapseln, mit sehr wenig Pollen erzeugt (Versuche 233 bis 262), kommen hier noch 14 weitere (Versuche 335—348), deren Inhalt, 44 bis 111 Samen, später ausgesät worden war, und von denen 1918 noch nichts geblüht hatte.

Bei den Versuchen mit sehr viel Pollen hat sich das Ergebnis gegenüber dem ersten Jahr nicht merklich geändert; statt 35,25 Prozent Männchen wurden insgesamt $35,75 \pm 0,99$ gefunden. Um so auffälliger ist der Unterschied bei den Versuchen mit sehr wenig Pollen. Die definitive Zahl ist 50,05 oder besser 50,83 Prozent Männchen ($m = \pm 0,97$), während im Aussaatsjahr 1918 nur 46,89 Prozent ($m = \pm 1,61$) erhalten worden waren. Entgegen dem gewöhnlichen Verhalten hatten hier also im zweiten Jahr mehr Männchen — nicht mehr Weibchen — zum erstenmal geblüht.

Die Versuche mit sehr wenig Pollen sind nach der Zahl der ausgesäten Samen geordnet. Ein Aneinanderreihen nach der Zahl der blühenden Pflanzen hätte eine nur wenig verschiedene Anordnung gegeben. Es sind immer Gruppen von 11 Versuchen zusammengefaßt. Bei dreien von diesen vier Portionen stimmen die Resultate unter sich gut überein (51,6—52,5—52,05 Prozent Männchen); nur eine weicht auffällig ab (46,1 Prozent). Es ist die zweite, liegt also zwischen den andern und außerdem innert der Fehlergrenzen. Mit der ansteigenden (aber noch engbegrenzten) Samenzahl ändert sich demnach

Tabelle 4.
 $\text{♀ } 37b \times \text{♂ } 37$, sehr viel Pollen.

Versuchsnummer	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Versuchsnummer	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
226	323	290	191	99	34	230	364	324	192	132	41
227	314	291	186	105	36	231	348	331 ¹⁾	230	100	30
228	445	404	263	141	35	232	413	390	246	144	37
229	369	325	204	121	37	Zus.	2576	2355	1512	842	35,75
						91,4 Prozent $m = \pm 0,99$					

Tabelle 5.
 $\text{♀ } 37b \times \text{♂ } 37$, sehr wenig Pollen.

Versuchsnummer	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Versuchsnummer	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
335	44	40	23	17	43	248	70	64	31	33	52
336	45	44	19	25	57	249	71	58	25	33	57
(337	47	292	155	137	47)	250	72	61	29	32	52
	+291?					251	73	60	24	36	60
338	47	43	28	15	35	252	75	60	30	30	50
339	48	42	17	25	60	253	77	61	29	32	52
(233	52	133	78	55	41)	254	77	72	33	39	54
	+x?					342	77	71	30	41	58
234	52	42	19	23	55	344	78	68	33	35	51
340	53	50	18	32	64	255	80	64	34	30	47
235	55	46	24	22	47	256	81	64	36	28	44
236	56	51	24	27	53						
341	57	43	22	21	49						
Zus. ..	457	401	194	207	51,6	Zus. ..	831	703	334	369	52,5
237	57	47	23	24	51	257	82	74	41	33	45
238	61	50	32	18	36	345	83	69	34	35	51
239	62	55	29	26	47	258	89	76	37	39	51
240	64	54	30	24	44	259	96	79	38	41	52
241	65	51	30	21	41	260	96	85	44	41	48
242	68	62	37	25	40	261	98	86	48	38	44
243	69	60	34	26	43	346	100	71	32	39	56
244	69	61	26	35	58	262	101	84	37	47	56
245	69	55	33	22	40	347	106	97	39	58	60
246	69	59	28	31	53	348	108	98	35	63	64
247	70	62	30	32	52	343	111	101	53	48	48
Zus. ohne Vers. 337 u. 233	723	616	332	284	46,1	Zus. mit Vers. 337 u. 233	1070	920	438	482	52,5
	3081	2640	1298	1342	50,83		3180	3065	1531	1534	50,05
		85,7 Proz.	$m = \pm 0,97$				+ 291				
							+ x				

¹⁾ Darunter 1 Zwitter.

die Prozentzahl Männchen nicht merklich. Sobald eben einmal der Wettbewerb überhaupt aufgehoben ist, ist es gleich, wieviel Samenanlagen noch befruchtet werden.

Zwei Versuche, 233 und 337, fallen aus den anderen heraus, dadurch, daß die Zahl der Pflanzen viel größer ist als die Zahl der als „gut“ gezählten Samen. Es waren hier auch die Samen ausgesät worden, die als fraglich bezeichnet worden waren — im einen Fall 291, im anderen eine nicht mehr feststellbare Zahl —, gerade weil es so sehr viele waren; und sie hatten offenbar zum größten Teil gekeimt. Diese zwei Versuche gehörten wohl eigentlich zu den mit mäßig viel Pollen und scheiden hier besser aus.

Die neuen Versuche lehren zunächst, daß die Differenz zwischen den Prozentsätzen an Männchen nach Bestäubung mit sehr viel und sehr wenig Pollen bis zu $14,30 \pm 1,38$ betragen kann, während die ersten Versuche nur $12,13 \pm 1,41$ ergeben hatten. Das zeigt wohl, daß die mittlere Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Weibchen- und Männchenbestimmern bei verschiedenen Männchen ungleich sein kann; es ist gut möglich, daß ein noch größerer Unterschied in der Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche gefunden wird.

Dann aber, und das ist wohl wichtiger, zeigen die neuen Versuche, daß das Geschlechtsverhältnis nach vollständiger Aufhebung des Wettbewerbes der beiderlei Pollenkörner tatsächlich 1 : 1 sein kann. Dies ideale Ziel ist aber nur mit dem Pollen gewisser Männchen zu erreichen, bei denen offenbar irgendwelche Nachteile der Männchenbestimmer (oder der männlichen Keime) wegfallen, die sonst gewöhnlich bei meinem Material vorhanden sind.

1918 wurden noch eine Anzahl weiterer Bestäubungen mit sehr wenig Pollen ausgeführt, an fünf verschiedenen Weibchen und mit zwei Männchen, alle Geschwister. Wieder waren meist etwa 50 bis 100 Samen in den Kapseln vorhanden gewesen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Dabei sind immer zwei bis drei Einzelversuche zusammengefaßt, und diese Einzelversuche bestanden meist selbst schon aus dem Inhalt mehrerer Kapseln, 2 bis 17, wie aus der Tabelle hervorgeht. Bei Versuch 764 bis 771 ist (in Klammern) auch die Zahl der Samen angegeben, deren Tauglichkeit fraglich war, und die mit ausgesät wurden.

Die Prozentzahlen der Männchen liegen auch hier um 50 herum. Einige sind niedriger (am niedrigsten beim Weibchen 499 T mit einer negativen Abweichung von 3,26 Prozent, deren mittlerer Fehler $\pm 1,37$ beträgt), einige höher (am höchsten beim Weibchen 499 D mit einer positiven Abweichung von 3,29 Prozent, wobei der mittlere Fehler gleich $\pm 1,59$ ist). Sichertgestellt ist keine einzige Differenz; es ist aber ganz gut möglich, daß nicht alle rein

Tabelle 6.
Bestäubung mit sehr wenig Pollen.

		Pollen von 499 H.								Pollen von 499 M.					
Weibl. Vers.-Pfl.	Versuch Nr.	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Proz. ♂	Weibl. Vers.-Pfl.	Versuch Nr.	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Zahl der Pflanzen	♀	♂	Proz. ♂
887—888	4	532	287	136	151	53	962—963	6	443	336	192	144	43		
889—890	4	577	386 ¹⁾	164	221	57	964—966	6	575	435	203	232	53		
Zus.	13	1649	987	459	526	53,29	Zus.	20	1387	1048	529	519	49,53		
							$m = \pm 1,59$								$m = \pm 1,54$
♀ 499 AA	764—766	9	388 (72)	208	96	112	54	♀ 499 T	984—986	17	733	580 ²⁾	303	273	47
	767—769	6	497 (87)	296	144	152	51		987—989	10	812	616 ¹⁾	324	291	47
	770—771	6	496 (182)	349	173	176	50		990—991	2	213	137	78	59	43
	Zus.	21	1381 (341)	853	413	440	51,58		Zus.	29	1758	1333	705	623	46,74
							$m = \pm 1,73$								$m = \pm 1,37$
								♀ 499 AC	818—819	12	383	305	144	161	53
									820—821	7	420	303	153	150	50
									822—823	5	454	316	164	152	48
									Zus.	24	1257	924	461	463	50,11
							$m = \pm 1,65$								$m = \pm 1,65$

1) Einschließlich 1 ♀.
2) Einschließlich 4 ♀.

zufälliger Natur sind. Die beiden Männchen sind zwar Brüder; die beiden mit 499 H erhaltenen Werte (53,29 und 51,58) liegen aber höher als die drei mit 499 M erhaltenen (49,53; 46,74 und 50,11). Vermutlich sind die beiden Männchen unter sich etwas verschieden im Verhalten ihrer beiden Keimzellsorten. Daneben mögen auch andere, noch nicht erkannte Ursachen eine Rolle spielen.

III. Die Abhängigkeit des Geschlechtes des Samenkorns von der Stellung der Samenanlage in den Fruchtknoten.

1. Abschluß der ersten Versuchsreihe.

Bei diesen Versuchen (1918, S. 1188, G. A. 44, 937) waren die Samen aus den oberen und unteren Abschnitten der Kapseln getrennt geerntet und ausgesät worden. Das Resultat (1918, S. 1194, Tab. 13, G. A. 44, 942) war, daß aus den oberen 34,23 Prozent Männchen, aus den unteren 46,07 Prozent Männchen hervorgingen, aus den oberen also $11,84 \pm 1,21$ Prozent Weibchen mehr.

Im Jahre 1918 kamen noch weitere 622 Pflanzen zum Blühen. In Tabelle 7 sind nur die Endergebnisse zusammengestellt. Dabei sind alle Versuche mit demselben Weibchen zusammengezogen worden. Wenn es interessiert, kann das Resultat des zweiten Jahres durch Abziehen der Zahlen

der früher gegebenen Tabelle fürs erste Jahr (1918, S. 1194, G. A. 44, 942) von denen der Tabelle 7 erhalten.

Tabelle 7.

Versuchspflanzen und Nummern	Gesamtzahl der Samen	I. Oberer Abschnitt					II. Unterer Abschnitt					Differenz II—I in Prozent
		Prozent der Gesamtzahl der Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Prozent der Gesamtzahl der Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	
41 b 111—125	2193	38,1	344	239	105	30,5	61,9	443	241	202	45,6	+ 15,1
57 b 127—136	966	37,7	196	131	65	33,2	62,3	259	152	107	41,3	+ 8,1
62 k 137—154	3961	41,2	657	433	224	34,1	58,8	814	425	389	47,8	+ 13,7
67 a 155—170	2266	38,9	305	205	100	32,8	61,1	514	292	222	43,2	+ 10,4
Zus.	9386		1502	1008	494	32,89		2030	1110	920	45,33	+ 12,44
			$m = \pm 1,21$					$m = \pm 1,11$			$m = \pm 1,64$	

Bei den oberen und den unteren Abschnitten hat die Zahl der Männchen gegenüber 1918 etwas abgenommen (32,89 Prozent statt 34,23 oben und 45,33 statt 46,07 unten). Es blühten also auch hier, wie gewöhnlich, im zweiten Jahre verhältnismäßig mehr Weibchen zum erstenmal als im Jahre der Aussaat.

Die Differenz zwischen den beiden Abschnitten ist noch etwas größer als früher, sie beträgt nun 12,44 Prozent statt 11,84. Daß sie nicht noch größer ist, hängt von verschiedenen Umständen ab.

Zunächst ist ja die Geschwindigkeit, mit der die weibchenbestimmenden Spermakerne zu den Eizellen gelangen, nur im Durchschnitt größer als die der männchenbestimmenden. Man muß sich vorstellen, daß sie bei jeder Pollensorte in weiten Grenzen schwankt, und die Mittelwerte relativ nahe beieinanderliegen. Ein schnellerer Männchenbestimmer wird vor einem langsameren Weibchenbestimmer ankommen.

Dann wäre der Unterschied zwischen den oberen und unteren Abschnitten der Kapseln gewiß noch schärfer hervorgetreten, hätte ich zur Bestäubung nicht den Inhalt einer ganzen Anthere, sondern nur soviel Pollen verwendet, als eben zur Befruchtung der meisten Samenanlagen ausreicht. Mit steigendem Wettstreit müssen auch die schneller ankommenden Schläuche immer mehr Samenanlagen im tieferen Teil des Fruchtknotens befruchten.

Endlich erfolgt die Befruchtung der Samenanlagen offenbar nicht so streng in der Reihenfolge von oben nach unten an der Plazenta, wie man annehmen möchte; es werden vielfach Samenanlagen übersprungen. Wie schon früher angegeben (1918, S. 1195, und Fig. 3, G. A. 44, 944), sieht

man das direkt, wenn man Kapseln untersucht, zu deren Erzeugung nur Spuren von Pollen verwendet worden waren. Die wenigen Samen stehen dann zwar am oberen Teil der Plazenta; es sind aber nicht alle obersten Samenanlagen befruchtet worden.

Experimentell kann man es auch in folgender Weise zeigen: Man wählt als Weibchen eine rein weiß blühende Pflanze und bestäubt sie zunächst mit ganz wenig Pollen des rotblühenden, reinen (homozygotischen!) *Melandrium rubrum*. Dann, nach etwa 24 Stunden, wird sehr reichlich Pollen eines rein weiß blühenden Männchens auf die Narben gebracht. Später erntet man den obersten Teil der Kapseln getrennt von dem Rest und sät auch getrennt aus. Die Samen, die durch Befruchtung mit *rubrum*-Pollen entstanden sind, müssen lauter rotblühende Pflanzen geben, die übrigen Samen weißblühende.

Die Ergebnisse zweier solcher Versuchsreihen sind in Tabelle 8 A und B zusammengestellt. Die Trennung des oberen und unteren Abschnittes war so erfolgt (Tabelle B, Spalte 4), daß der untere noch 63 bis 79 Prozent der gesamten Samenzahl, im Durchschnitt 73,2 Prozent behielt, der obere also etwa ein Viertel, der untere drei Viertel der Samen umschloß. Die Samen der mittleren und unteren Viertel haben aber weniger blühende Pflanzen geliefert, nur 68,7 Prozent (statt 73,2).

Zunächst interessiert es uns, wo in den Kapseln die rotblühenden Pflanzen entstanden sind. Insgesamt sind es (358 + 152 =) 510. Davon stammen 358 = 70,2 Prozent (Tabelle 8 A) aus dem obersten Viertel und 152 oder

Tabelle 8 A.

Versuchspflanze und Kapsel	Oberes Drittel												Prozent rot in der Gesamtzahl rot	Prozent rot in der Gesamtzahl des oberen Drittels
	Versuchsnummer	Zahl der Samen	Pflanzen	rot			weiß			Prozent ♂	Prozent ♂			
				Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Pflanzen	♀			♂			Prozent ♂
37 f	a	311	121	75	32	9	23	72	43	22	21	49	62	43
	β	313	119	56	3	2	1	33	53	28	25	47	60	5
	γ	315	123	88	49	23	26	53	39	27	12	31	96	56
	δ	317	111	96	83	43	40	48	13	9	4	31	81	86
	ε	319	104	73	20	9	11	55	53	27	26	49	39	27
	ζ	321	105	78	32	18	14	44	46	27	19	41	53	41
	η	323	98	79	57	30	27	47	22	13	9	41	79	72
	θ	325	102	76	33	16	17	52	43	25	18	42	55	43
	ι	337	93	56	8	4	4	50	48	33	15	31	100	14
	κ	329	92	58	11	6	5	45	47	26	21	45	100	19
71 c	α	331	86	86	9	2	7	78	77	34	43	56	56	10
	β	333	70	46	21	17	4	19	25	17	8	32	95	46
Zusammen ...		1224	867	358	179	179	50,00	509	288	221	43,42	70,2	41,3	
					$m = \pm 2,64$			$m = \pm 2,20$						

Tabelle 8 B.

♀	Versuchs- pflanze und Kapsel	Mittleres und unteres Drittel												
		Versuchs- num- mer	Zahl der Samen	Prozent der Gesamt- zahl Samen	Pflan- zen	Prozent der Gesamt- zahl Pflanzen	rot			weiß				
							Pflan- zen	♀	♂	Pro- zent ♂	Pflan- zen	♀	♂	Pro- zent ♂
37 f	α	312	299	71	150	67	20	9	11	55	130	78	52	40
	β	314	282	70	136	71	2	1	1	.	134	82	52	39
	γ	316	211	63	216	71	2	.	2	.	214	115	99	46
	δ	318	283	72	155	62	19	9	10	53	136	76	60	44
	ε	320	285	73	178	71	31	13	18	58	147	94	53	36
	ς	322	297	74	169	68	28	13	15	54	141	75	66	47
	ζ	324	321	77	179	69	15	4	11	73	164	59	105	64
	θ	326	269	73	153	67	27	13	14	52	126	59	67	53
	ι	328	318	77	191	77	.	.	.	.	191	120	71	37
	κ	330	350	79	173	75	.	.	.	.	173	107	66	38
71 c	α	332	214	71	91	51	7	3	4	57	84	48	36	43
	β	334	214	75	110	71	1	1	.	.	109	65	44	40
Zusammen ...		3343		73,2	1901	68,7	152	66	86	56,58	1749	978	771	43,93
							$m = \pm 4,02$			$m = \pm 1,19$				

29,8 Prozent aus den übrigen drei Vierteln der Kapseln. Es sind also auffallend viel *rubrum*-Pollenschläuche über die Grenze des obersten Viertels vorgedrungen. Die Zahlen für das oberste Viertel schwanken bei den einzelnen Kapseln zwischen 39 und 100 Prozent.

Außer den 358 rotblühenden Bastarden gaben die obersten Viertel noch 509 weißblühende Pflanzen. Es waren dort also nur 41,3 Prozent Bastarde entstanden, je nach der verwendeten Menge *rubrum*-Pollen mehr oder weniger, zwischen 5 und 72 Prozent. Die 152 Pollenschläuche des *M. rubrum*, die in den mittleren und unteren Vierteln der Fruchtknoten befruchteten, hätten demnach in den obersten Vierteln noch genug freie Samenanlagen finden können. Die Befruchtung ging eben nicht so einfach der Reihenfolge der Samenanlagen nach von oben nach unten vor sich, und es ist schon deshalb nicht zu erwarten, daß die oberen Abschnitte der Kapseln ausschließlich Weibchen geben¹⁾.

Die Bestäubung mit den Pollenspuren von *M. rubrum* mußte wegen des Ausschlusses jeglichen Wettstreites unter den Weibchen- und Männchenbestimmern die größtmögliche Zahl Männchen geben. In der Tat waren, wie man aus Tabelle 8 A und B leicht zusammenstellen kann, von den 510 rotblühenden Pflanzen 265, gleich 51,96 Prozent, also etwas mehr als die

¹⁾ Vielleicht spielte bei dem Versuch auch das eine Rolle, daß die Spuren von *rubrum*-Pollen (wahrscheinlich) nur auf einem der fünf Narbenstreifen angebracht worden waren und dadurch ein darunterstehender Sektor der Plazenta bevorzugt war. Bei reichlicher Bestäubung gibt aber die Belegung eines einzigen Narbenstreifens einen so guten Samenantritt wie die von allen fünf.

Hälfte, männlich und nur 245, gleich 48,04 Prozent, weiblich. Die obersten Viertel enthielten etwas weniger Männchen — unter 358 Pflanzen 179, gleich 50,0 Prozent — als die mittleren und unteren Viertel, wo von 152 Individuen 86, gleich 56,58 Prozent, männlich waren. Die Differenz von 6,58 Prozent ist aber recht gering, niedriger, als sie nach den früheren Versuchen zu erwarten gewesen war. Daran mag zum Teil die geringe Zahl schuld sein.

Bei den weißblühenden Pflanzen ist der Unterschied im Geschlechtsverhältnis noch viel geringer. Das oberste Viertel gab unter 509 Individuen 221 oder $43,42 \pm 2,20$ Prozent Männchen, die mittleren und unteren Viertel unter 1749 Individuen 771 oder $43,93 \pm 1,19$ Prozent Männchen. Der Unterschied macht nur 0,51 Prozent, sein mittlerer Fehler 2,497 aus. Tatsächlich ist also gar keiner nachzuweisen. Daß die Pollenschläuche des *album*-Männchens im oberen Abschnitt des Fruchtknotens schon einen Teil der Samenanlagen befruchtet antrafen, kann nicht die Ursache sein. Es ist bei dem Pollen des bestimmten *album*-Männchens kein wesentlicher Unterschied in der Schnelligkeit der Weibchen- und Männchenbestimmer vorhanden gewesen. Es fand kein Wettbewerb statt, deshalb gab das oberste Viertel nicht weniger Männchen als die mittleren und unteren. Wohl war aber irgendein anderer Vorteil der Weibchenbestimmer vorhanden, der trotzdem die Zahl der Männchen auf etwa 43,5 Prozent herabdrückte.

Bei dem *rubrum*-Männchen war umgekehrt in dieser Hinsicht kein Unterschied zwischen den beiderlei Pollensorten vorhanden, oder der Vorteil lag auf seiten der Männchenbestimmer, denn bei Ausschluß des Wettbewerbes entstanden etwa 52 Prozent Männchen. Dafür bestand ein, wenn auch nicht großer Unterschied in der mittleren Geschwindigkeit, der in den obersten Vierteln mehr Weibchen entstehen ließ als in den mittleren und den unteren (etwa um 6,6 Prozent mehr).

Dieses ganz verschiedenartige Verhalten der verschiedenen *Melandrium*-Männchen geht auch aus weiteren Versuchsreihen hervor, die zu anderen Zwecken angestellt worden waren, bei denen aber ebenfalls die Kapseln in einen oberen und unteren Abschnitt geteilt, und diese Teile gesondert geerntet und ausgesät worden waren. Es wird sich später Gelegenheit geben, darauf zurückzukommen.

IV. Unterbrechung der Leitungsbahnen für die Pollenschläuche.

Wenn die weibchenbestimmenden Pollenkörner ihre Spermakerne wirklich rascher zu den Eizellen befördern als die männchenbestimmenden, muß sich eine Zunahme der Weibchen in der Nachkommenschaft auch dadurch erreichen lassen, daß man eine gewisse Zeit nach der Bestäubung die Verbindung zwischen Fruchtknoten und Griffeln unterbricht, und damit den Pollenschläuchen die Möglichkeit nimmt, zu den Samenanlagen zu gelangen.

(Zur Orientierung diene Fig. 1 und die zugehörige Erklärung.) Wird der Zeitpunkt für das Abschneiden der Griffel richtig gewählt, so werden sich nur jene Samenanlagen weiter entwickeln, die von den erstankommenden Pollenschläuchen befruchtet worden waren. Es bleibt sich dabei gleich, ob

die Eizellen in dem Augenblick der Unterbrechung schon befruchtet sein müssen, oder ob auch noch längere oder kürzere abgeschnittene Enden der Pollenschläuche die Befruchtung ausführen können. Die Frage ließe sich durch eine mikroskopische Untersuchung entscheiden, ist für uns hier aber ganz belanglos.

Der Zeitpunkt für das Durchschneiden der Griffel, bei dessen Innehaltung, trotz reichlicher Bestäubung, nur wenige Samenanlagen befruchtet werden, läßt sich durch Probieren leicht annähernd ermitteln. Er hängt natürlich von der Länge der Griffel und der Stelle auf den Narben ab, die den Pollen empfängt, denn sie beide bedingen die Länge des Weges, den die Schläuche zurückzulegen haben, außerdem von der Temperatur¹⁾. Nimmt diese zu, so muß der Zeitpunkt des Abschneidens näher an den Zeitpunkt der Bestäubung herangerückt werden. Die Länge der Griffel kann von Individuum zu Individuum stark verschieden sein — ich maß zwischen 13,5 und 23,3 mm —, sie nimmt, wie die des Fruchtknotens, mit dem Alter der Blüte zu, steigt z. B. von 16,5 auf 18,1 mm, beim Fruchtknoten von 5,5 auf 7 mm.

Ich habe solche Unterbrechungsversuche 1918 und 1919 angestellt. Das Ergebnis entsprach nur zum Teil der Erwartung.

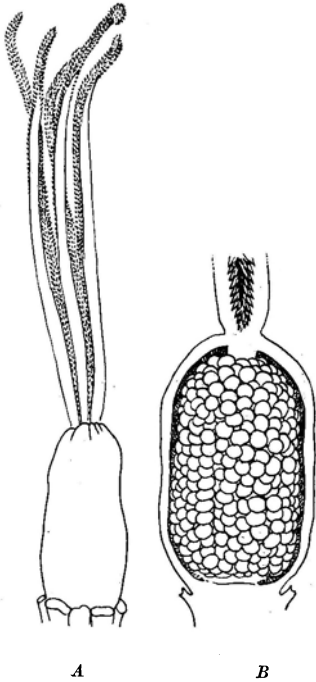


Fig. 1. *Melandrium*. A. Stempel aus der Blüte eines Weibchens, schwach vergrößert. B. Fruchtknoten, dessen Wand zur Hälfte weggeschnitten wurde, um die freie, mittelständige Plazenta mit ihren vielen Samenanlagen und den Gewebestrang zu zeigen, der sie mit dem Dache des Fruchtknotens und den Griffeln verbindet. Etwas stärker vergrößert.

Versuche von 1918.

Von den verschiedenen Versuchsreihen konnten nur 4 ganz durchgeführt werden. Jeder Griffel trägt einen Narbenstreifen, der, an der Basis ganz schmal beginnend und auf die Innenseite beschränkt, nach oben immer breiter wird und schließlich die Griffelspitze umfaßt (vgl. nebenstehende

¹⁾ Auf den Einfluß der Temperatur auf die Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche hat auch HERIBERT-NILSSON (1920, S. 43) nachdrücklich hingewiesen.

Figur 1). Es wurden gewöhnlich die Spitzen der fünf Griffel mit dem Inhalt einer Anthere auf eine Strecke von 2 bis höchstens 3 mm belegt; seltener wurde der Pollen am Grunde der Griffel angebracht, nachdem der Kelch längs aufgeschlitzt oder in richtiger Höhe rundum abgeschnitten worden war. Nach 12¹/₂ bis 15 Stunden im ersten und 2¹/₂ bis 3¹/₂ Stunden im zweiten Fall wurden die Griffel mit dem Rasiermesser knapp über dem Fruchtknoten abgeschnitten; um ihn selbst nicht zu verletzen, blieben ganz kurze Stummel, etwa 0,5 mm lang, stehen.

Auch ganz gleich behandelte Blüten verhielten sich ungleich; ein Teil fiel ab, ein anderer setzte an. In manchen Fällen war der Ansatz sogar ziemlich gut. Ausgesät wurden nur Kapseln, die wenig Samen enthielten, bis zu etwa einem Drittel der normalen Zahl als höchstem. Wie nach der Bestäubung mit Pollenspuren (1918, S. 1195, G. A. 44, 943) saßen die wenigen Samen fast nur am oberen Abschnitt der Plazenta, dafür waren sie ungewöhnlich gut entwickelt, vor allem sehr schwer, und keimten auch gut.

Es schien mir am besten, für die Aussaat die Kapseln nicht nach dem Intervall zwischen Bestäubung und Durchschneidung der Griffel zu ordnen, sondern sie nach ihrem Inhalt in Gruppen zu 1—5, 5—10, 11—15 usw. Samen zusammenzufassen; diese Gruppen sind in den Tabellen zum Teil nochmals zusammengezogen, um Platz zu sparen.

Tabelle 9. ♀ 37 F.

Vers. Nr.	Samen in der Kapsel	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Keimlinge	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
Griffelspitzen								
698	1—5	1	4 (64)	36	26	17	9	35,0
699	6—10	3	22	16	9	6	3	33,0
700	11—15	6	88	80	59	45	14	24,0
701	16—20	1	20	23	13	10	3	23,0
702—703	21—30	8	193	169	121	89	32	26,5
704	31—40	5	179	155	90	64	26	29,0
705—706	41—50	5	225	187	89	68	21	23,6
707—712	51—60	7	394	330	149	98	51	34,2
713—715	61—70	4	153	200	120	80	40	33,3
716—718	71—80	3	226	201	177 ¹⁾	107	69	39,0
Zusammen ...			1667	1400	853 ¹⁾	584	268	31,42
						83,98 Prozent		$m \pm = 1,59$
Kontrolle								
682—689	223	4	892	741	352 ¹⁾	210	141	40,06
690—697	325	4	1301	1096	514	311	203	39,49
Zusammen ...		8	2293	1837	866 ¹⁾	521	344	39,72
						Differenz 8,30 ± 2,30 Prozent		$m \pm = 1,66$

¹⁾ Darunter 1 Zwitter.

Tabelle 10. ♀ 40 B.

Vers. Nr.	Samen in der Kapsel	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Keimlinge	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
Griffelspitzen								
521	1—5	5	14	12	8	6	2	25
522	5—10	9	70	63	54	44	10	19
523	11—15	5	65	57	48	31	17	35
524	16—20	6	109	95	82	52	30	37
525—529	21—30	13	323	305	236	174	62	26,3
530—534	31—40	5	181	168	135	90	45	33,3
535—537	41—50	3	141	127	110	83	27	24,5
538, 540	51—60	2	104	87	65	40	25	38,5
541—543,								
539	61—70	3	265	232	171 ¹⁾	105	65	38,0
544—546	71—80	3	229	212	156	92	64	41,0
Zusammen			1501	1358	1065 ¹⁾	717	347	32,58
Griffelgrund								$m = \pm 1,44$
547	1—5	6	15	14	9	7	2	22
548	6—10	3	22	21	22	15	7	32
549	11—15	2	27	25	13	7	6	46
550	55	1	55	47	40	21	19	47,5
Zusammen			119	107	84	50	34	40,5
Kontrolle								
501—520	265,1	10	2651	2214	1746	1081	664	38,03
Differenz 5,83 \pm 1,88 Prozent							$m = \pm 1,16$	

Zur Kontrolle wurden stets eine Anzahl Blüten genau gleich, also ebenfalls mit dem Inhalt einer ganzen Anthere, bestäubt. Erst zu spät fiel mir ein, daß die Kontrollblüten nicht mit der gleichen Menge Blütenstaub, sondern nur mit sehr wenig hätten bestäubt werden sollen, um das Zahlenverhältnis der Weibchen- und Männchenbestimmer bei Ausschluß jeglichen Wettstreites vergleichen zu können. Das Ergebnis — Tabelle 9—12 — wäre dann jedenfalls noch viel auffälliger geworden.

Nach der Bestäubung des Griffelgrundes hatte das Abschneiden der Griffel gegenüber den Kontrollversuchen gar keine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses bewirkt, oder, vielleicht nur in Einzelfällen, z. B. bei Versuch 547, Tabelle 10, mehr Weibchen gegeben — wenn bloß die allerersten Pollenschläuche zu den Samenanlagen gelangten —, sonst eher mehr Männchen. Bei 40 B waren es 39,53 statt 37,05 Prozent, bei 66 A 43,38 statt 43,60 und bei 72 39,53 statt 37,05.

Nach der Bestäubung der Griffelspitzen verursachte dagegen die Unterbrechung der Leitungsbahnen für die Pollenschläuche eine sehr deutliche

¹⁾ Darunter 1 Zwitter.

Zunahme der Weibchen, also eine Abnahme der Männchen, die bei drei Versuchsreihen jenseits der Fehlergrenze liegt, bei einer (66 A) ist die Differenz sogar 10 mal so groß wie ihr mittlerer Fehler. Nur bei einer (40 B) ist sie ein wenig kleiner als der dreifache mittlere Fehler. Tabelle 13, S. 1125, zeigt das alles.

Die Verschiebung zugunsten der Weibchen (die sich in der Tabelle durch die Abnahme der Männchen zeigt) würde sicher noch stärker hervortreten, wenn wir die Verhältniszahlen nach der Bestäubung mit sehr wenig Pollen vergleichen könnten, statt der nach Bestäubung mit dem Inhalt einer ganzen Anthere. Bei so viel Pollen wirkt ja, wie wir sahen, der Wettstreit der beiden Pollensorten schon sehr deutlich. Wir werden zu den beobachteten Differenzen noch etwa $4\frac{1}{2}$ bis 5 Prozent hinzurechnen müssen, um den wahren Einfluß der Unterbrechung zu erfahren; sie schwanken dann zwischen 11 und 22 Prozent.

Tabelle 11. ♀ 66 A.

Vers. Nr.	Samen in der Kapsel	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Keimlinge	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
Griffelspitzen								
591	6—10	1	8	7	5	4	1	20
592	11—15	2	28	27	24	18	6	25
593	16—20	5	92	89	69	50	19	28
594	21—30	2	48	45	37	27	10	27
595	31—40	3	105	102	74	58	16	22
596	41—50	—	—	86	76	56	20	26
597—599	51—60	3	171	161	142	107	35	24,6
600—602	61—70	3	197	192	168	122	46	37,4
603—604	71—80	2	153	154	119	93	26	21,8
Zusammen			909	863	714	535	179	25,07
								$m = \pm 1,64$
Griffelgrund								
605	39	1	39	39	29	12	17	59
606	46	1	46	45	36	22	14	39
607	149	1	149	142	123	64	59	48
608	62	1	62	57	53	37	16	30
609	78	1	78	77	61	36	25	41
Zusammen			374	360	302	171	131	43,38
Kontrolle								
551—560	336,6	5	1683	1417	1329	752	577	43,42
571—580	331,6	5	1658	1422	1116 ¹⁾	626	489	43,83
Zusammen			2341	2839	2445 ¹⁾	1378	1066	43,60
								$m = \pm 1,00$
Differenz 17,75 \pm 1,71 Prozent.								

¹⁾ Darunter 1 Zwitter.

Auch darin, daß nach Bestäubung des Griffelgrundes das Geschlechtsverhältnis nicht wesentlich anders ausfiel als bei den Kontrollversuchen, verrät sich bei näherer Überlegung, daß selbst hier das Versuchsziel wenigstens zum Teil erreicht wurde. Wären nämlich die Weibchenbestimmer nicht im Vorteil, so müßte die Unterbrechung so wirken wie eine Bestäubung mit einer sehr geringen Pollenmenge, es müßten also wesentlich we-

Tabelle 12. ♀ 12.

Unterbrechung nach Stunden	Vers. Nr.	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Keimlinge	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
Griffelspitze								
12 ^{1/2}	409	1	15	14	11	7	4	36
	411	1	41	31	24	16	8	33
	408	1	57	54	41	31	10	24
	407	1	71	70	57	41	16	28
	412	1	77	74	59	45	14	24
13	410	1	89	77	62	38	24	39
	406	1	86	77	66	49	17	26
13 ^{1/2}	414	1	27	25	19	13	6	32
	413	1	65	66	50	39	11	22
	415	1	78	69	60	50	10	17
Zusammen			606	557	449	329	120	26,73
								$m = \pm 2,09$
Griffelgrund								
2	416	1	10	11	10 ¹⁾	4	5	50
3	417	1	30	27	25	19	6	24
	418	1	90	61	51	28	23	45
Zusammen			130	99	86	51	34	39,53
Kontrolle								
|| 349—368			1424	918	772	486	286	37,05
								$m = \pm 1,74$

niger Weibchen entstehen als nach den zur Kontrolle ausgeführten Bestäubungen mit dem Pollen einer ganzen Anthere. Diese Wirkung der Unterbrechung kann nur durch eine gewisse Bevorzugung der Weibchenbestimmer so weit verhindert worden sein, daß annähernd dasselbe Resultat wie bei Bestäubung mit mäßig viel Pollen herauskam. (Der in der Fehlergrenze liegende geringe Männchenüberschuß bei 40 B und bei 72 nach der Unterbrechung ist wohl nicht zufällig und erklärt sich dadurch, daß die Herabsetzung der Zahl der befruchtenden Pollenkörner durch die selektive Wirkung der Unterbrechung nicht vollständig ausgeglichen wurde).

Daß bei der Bestäubung der Griffelspitzen der Erfolg der Unterbrechung (bei gleicher Zahl der Samen) aber viel deutlicher ist als nach Bestäubung der

1) Darunter 1 Zwitter.

Basen, läßt sich leicht verstehen. Je weiter der Weg ist, den die Pollenschläuche zurückzulegen haben, desto mehr kommen die Weibchenbestimmer in den Vorteil. Es vergrößert sich zunächst einmal der Abstand zwischen den einzelnen Pollenschlauchspitzen, den rascher und den langsamer wachsenden. Vor allem aber lassen sich die Pollenkörner ja nicht alle in gleicher Entfernung vom Fruchtknoten anbringen. Im Gegenteil, sie werden über eine relativ lange, aber schmale Zone verteilt. Ein langsames Korn kann so einen großen Vorsprung erhalten, den ein schnelleres bei kurzer Bahnstrecke (also bei Bestäubung des Griffelgrundes) nicht mehr einholen kann, wohl aber bei langer Strecke (also bei Bestäubung der Griffelspitze), um so besser, je länger der Weg ist. Wir kommen damit zu der Frage, die im folgenden Abschnitt V behandelt wird.

Tabelle 13.

Tabelle	Versuchs- pflanze	I. Kontrolle			II. Unterbrechungsversuch			Differenz II—I		
		Gesamt- zahl	Prozent ♂	$m = \pm$	Gesamt- zahl	Prozent ♂	$m = \pm$	m der Diff.	$3 m$ der Diff.	
9	37 F	866	39,72	1,66	853	31,42	1,59	8,30	2,30	6,90
10	40 B	1746	38,03	1,16	1065	32,58	1,44	5,45	1,85	5,55
11	66 A	2445	43,60	1,00	714	25,85	1,64	17,75	1,71	5,13
12	72	772	37,05	1,74	449	26,73	2,09	10,32	2,72	8,16

Es ist zu erwarten, daß die Prozentzahl Weibchen um so größer ist, je früher die Unterbrechung erfolgte, je weniger Samen also die Kapseln enthielten. Die Zahlen der Versuchspflanze 66 A (Tab. 11) verraten davon nichts, auch wenn man die Prozentzahl Männchen für die Versuche mit 1 bis 40 Samen in der Kapsel (24,88) denen mit 41 bis 80 Samen gegenüberstellt (25,15). Bei Pflanze 72 (Tab. 12) ist die Abnahme der Weibchen mit der Zunahme der Samen aber schon zu erkennen und bei 37 F und 40 B (Tab. 9 und 10) ganz deutlich; von 50 Samen in der Kapsel an steigt die Prozentzahl Männchen. Bei den ganz wenigsamigen Kapseln sind die Zahlen sehr ungleich, vor allem bei 37 F. Vielleicht ist das rein zufälliger Natur, vielleicht spielt auch eine bald zu erwähnende Fehlerquelle mit. Faßt man die Kapseln mit 1 bis 40 und die mit 41 bis 80 Samen zusammen, so erhält man bei Pflanze 37 F 27,36 und 33,83 Prozent Männchen und bei Pflanze 40 B 29,48 und 36,56 Prozent.

Man wird sich fragen, warum der Erfolg nicht noch größer ausgefallen ist. Da ist zunächst wieder daran zu erinnern, daß es sich nach allem ja nur um einen mittleren Unterschied in der Schnelligkeit der Weibchen- und Männchenbestimmer handelt, und daß die unvermeidlichen Vorgaben, wie sie nun einmal durch die Platzverhältnisse auf den schmalen Narbenstreifen gegeben sind, eine Rolle spielen müssen. Außerdem kommt noch in Betracht, daß der Blütenstaub bei *Melandrium* ziemlich lockerpulverig ist, und bei der

Bestäubung sehr gut kleine Mengen an den Narbenstreifen herabfallen können. Es erhält dann eine geringe Zahl von Pollenkörnern, die der Zufall aus sucht, eine Vorgabe, die vielleicht oft sehr groß und nicht mehr einzuholen ist. Dann werden Weibchenbestimmer und Männchenbestimmer, was gerade herabgefallen ist, die Befruchtung ausführen können, ehe die ersten Schläuche aus der eigentlichen Pollenmasse an der Griffelspitze im Fruchtknoten an kommen, und die Griffel abgeschnitten werden. Vielleicht ist das, neben dem Zufall, die Ursache, weshalb bei Kapseln mit ganz wenig Samen die Wirkung der Unterbrechung weniger deutlich ist als bei Kapseln mit mehr (aber nicht zuviel) Samen. Um diese Fehlerquelle zu vermeiden, habe ich die Bestä uungen an der Griffelbasis ausgeführt, die aber, wie wir sahen, aus anderen Ursachen keinen auffälligen Ausschlag gaben.

Versuche 1919.

Um den Fehler auszuschalten, der im Vorjahre bei den Kontrollversuchen durch Verwendung von zuviel Pollen gemacht worden war, benutzte ich 1919 für die Unterbrechungsversuche zwar wieder je eine ganze Anthere zur Be stäubung, zum Vergleich wurde aber mit sehr wenig Pollen bestäubt, stets die Spitzen der Griffel. Von den verschiedenen Versuchsreihen konnte nur eine einzige ausgesät werden, und diese gab, wie Tabelle 14 zeigt, ein ganz anderes Resultat als die Versuche des Vorjahres. (Bei der Zahl der guten Samen steht in Klammern die der fraglichen.)

Tabelle 14. ♀ 499 AC × ♂ 499 M.

Vers. Nr.	Samen in der Kapsel	Zahl der Kapseln	Zahl der Samen	Keimlinge	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
1 Anthere, Griffelspitze								
841	1—5	8	23 (3)	24	19	9	10	52,6
842	6—10	9	74 (0)	64	51	21	30	58,8
843—844	11—15	17	222 (1)	206	174 ¹⁾	88	84	48,3
845	16—20	11	193 (1)	173	146	80	66	45,2
846—847	21—25	11	258 (0)	236	172	93	79	45,9
848—849	26—30	8	227 (0)	203	154	81	73	47,4
850—851	31—35	8	254 (1)	228	225	111	114	50,7
852—853	36—40	9	344 (1)	310	210	97	113	53,8
854	41—45	5	213 (0)	193	146	80	66	46,2
855—856	46—50	7	330 (0)	295	244	136	108	44,3
Zusammen . . .		93	2128 (7)	1932	1541	782	757	49,12
								$m = \pm 1,27$
Kontrolle (sehr wenig Pollen)								
818—823	45,8	24	1098 (244)	1009	924	461	463	50,11
								$m = \pm 1,64$
Differenz 0,99 ± 2,08 Prozent.								

1) Darunter 1 Zwitter.

Die Kontrolle gab gleichviel Männchen und Weibchen, der Unterbrechungsversuch ebenfalls, ganz unabhängig davon wieviel Samen in den 93 Kapseln gewesen waren. Abweichungen nach der einen Seite (bis 44,3 Prozent Männchen) stehen ebenso große nach der anderen Seite (bis 58,8 Prozent) gegenüber.

Die Differenz (0,99) ist kaum halb so groß wie ihr einfacher mittlerer Fehler ($\pm 2,08$). Das negative Ergebnis ist also rechnerisch ebenso sicher wie das positive des Vorjahres. Es bleibt nur die Annahme übrig, daß es verschiedenartige Männchen gibt, im Extrem solche, bei denen Weibchen- und Männchenbestimmer in der mittleren Schnelligkeit des Keimens und des Wachstums der Pollenschläuche sehr verschieden sind, und solche, wo dieser physiologische Unterschied zwischen den beiden Sorten Pollenkörnern ganz fehlt. Zu genau demselben Schluß sind wir durch den Versuch mit getrennter Aussaat der Samen des oberen und des unteren Kapselabschnittes nach einer Doppelbestäubung (S. 1119) schon gekommen. (Dafür ist, wie wir noch sehen werden, gerade auch bei dem Männchen 499 M ein sehr deutlicher Unterschied im Verhalten beim Altern zwischen den beiderlei Pollenkörnern vorhanden.)

V. Bestäubung von Spitze und Basis der Griffel.

Die Versuche sollten zeigen, ob und wie weit die Länge des Weges, den die Pollenschläuche zurückzulegen haben, eine Wirkung auf das Geschlechtsverhältnis hat.

Ist der Wettbewerb ausgeschlossen, so ist von vornherein kein Einfluß zu erwarten, vorausgesetzt, daß Männchen- und Weibchenbestimmer, wenigstens im Durchschnitt, gleich lange Schläuche bilden können. Bei meinen Versuchen war durch Bestäubung mit dem Pollen einer ganzen Anthere für einen mäßigen Wettstreit gesorgt, ein starker war durch die übrigen Versuchsbedingungen unmöglich gemacht.

Ist erstens die Schnelligkeit im Wachstum für jeden Schlauch konstant, oder ändert sie sich bei allen Schläuchen gleichsinnig und gleich stark, und ließen sich zweitens alle Pollenkörner in der gleichen Entfernung vom Fruchtknoten nebeneinander auf den Narben anbringen, so dürfte sich auch bei vollem Wettstreit der beiden Pollensorten kein Einfluß zeigen. Mit der Länge des Weges würden wohl die Abstände zwischen den verschieden schnell wachsenden Schlauchspitzen immer größer, die Unterschiede also immer deutlicher; ist jedoch genügend viel Zeit gegeben, so kommen schließlich die gleichen Schläuche in der gleichen Folge zur Befruchtung, ob der Weg nun lang oder kurz war.

Gegen die Gültigkeit der ersten Bedingung spricht zunächst nichts; die zweite läßt sich dagegen auch nicht annähernd erfüllen, weil die Narben ja die Form sehr langer und sehr schmaler Streifen haben. Bei auch nur an-

nähernd gleicher Entfernung aller Pollenkörner vom Ziel, dem Fruchtknoten, könnten so wenige angebracht werden, daß kein Wettstreit stattfände. Soll er wirksam sein, so braucht es dazu so viel Pollen, daß ein breiter Querstreifen auf der Narbenfläche bedeckt werden muß. Damit erhalten aber, wie schon an anderer Stelle betont wurde (S. 1125), die einen Pollenkörner eine „Vorgabe“, einen größeren oder kleineren Vorsprung, vor den andern, die nur vom Zufall abhängt und ebensowohl den langsameren Männchenbestimmern als den schnelleren Weibchenbestimmern zugute kommt. Je weiter der Weg ist, der zurückgelegt werden muß, um so vollständiger werden diese Zufallsvorgaben ausgeglichen werden, indem die schnelleren Schläuche die langsameren einholen und überholen können.

Es muß sich also demnach ein Unterschied herausstellen, je nachdem der Weg zu den Samenanlagen durch Bestäubung der Griffelspitze möglichst lang oder durch Bestäubung des Griffelgrundes möglichst kurz gemacht wird (immer vorausgesetzt, daß die Schnelligkeit der Pollenschläuche sich nicht oder doch gleichsinnig und gleich stark ändert). Solche Versuche wurden dreimal angestellt.

Tabelle 15 bringt die Ergebnisse der ersten Versuche aus dem Jahre 1917. Es wurde der Pollen einer ganzen Anthere entweder an den Spitzen der 5 Griffel auf eine etwa 3 bis 4 mm breite Zone gebracht, oder an die Basis der Griffel, nach Aufschlitzen des Kelches, etwa ebensoweit hinauf.

Die Bedingungen sind dann insofern nicht gleich, als der Narbenstreifen an der Basis sehr schmal, gegen die Spitze zu am breitesten ist. Daran läßt sich nichts ändern. Es bedingt aber, daß die Zahl der Pollenkörner, die zum Keimen kommen kann, an der Spitze wesentlich größer ist als an der Basis des Griffels, bei gleicher Länge der bestäubten Zone, und damit wird der Wettstreit an der Spitze größer und die Chancen der Weibchenbestimmer werden dort besser.

Die erste Versuchspflanze 36 C zeigte so gut wie keinen Unterschied (Spitze 36,05, Grund 36,06 Prozent); die drei andern gaben dagegen deutlich mehr Weibchen bei Bestäubung der Griffelspitzen, wie es erwartet worden war. Freilich beträgt die Differenz nur 3,54 Prozent und ihr mittlerer Fehler $\pm 1,38$, sie ist also nicht ganz dreimal so groß. Dafür, daß sie nicht zufällig ist, spricht aber, daß alle drei Versuchspflanzen sich gleich verhielten (Differenzen: 2,85, 9,29 und 2,48 Prozent mehr Weibchen bei Bestäubung der Griffelspitzen).

1918 wurde der Versuch in gleicher Weise wiederholt, nur wurde damit ein zweiter über den Einfluß des Alters der Eizellen verbunden, indem teils ganz junge, teils ganz alte Blüten bestäubt wurden. Außerdem wurde der obere und untere Teil der Kapseln getrennt geerntet. Tabelle 16 gibt die Resultate, soweit sie hier für uns von Wichtigkeit sind.

Tabelle 15.

♀ Versuchs- pflanze	Griffelspitze						Griffelbasis					
	Vers. Nr.	Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Vers. Nr.	Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
I 36 C	263	269	148	106	42	28	267	215	121	79	42	35
	264	283	151	109	42	28	268	248	128	99	29	23
	265	305	175	97	78	45	269	345	188	115	73	39
	266	289	164	96	68	41	270	305	165	100	65	39
		1146	638	408	230	36,05	271	399	255	155	100	39
II 36 F	272	355	245	158	87	36	275	219	153	94	59	38
	273	336	234	147	86	37	276	414	282	174	108	38
	274	359	253	167	83	33	277	233	169	100	69	41
		1050	732	472	256	34,97	278	335	205	135	70	34
								1201	809	503	306	37,82
III 37 A	297	357	297	175	122	41	282	282	254	118	136	54
	280	312	238	136	102	43	283	286	237	115	122	52
	281	299	258	139	119	46		568	491	233	258	52,55
		968	793	450	343	43,26						
IV 37 B	284	393	353	197	156	44	287	427	397	219	178	45
	285	368	334	190	144	43	288	375	345	205	140	41
	286	374	324	202	122	38	289	326	292	163	129	44
		1135	1011	589	422	41,74	290	267	237	122	115	49
								1395	1271	709	562	44,22
II-IV	3153	2536	1511	1021	40,26	II-IV	3164	2571	1445	1126	43,80	
					$m = \pm 0,97$						$m = \pm 0,98$	
					Differenz = 3,54 \pm 1,38							
I-IV	4299	3174	1919	1251	39,41	I-IV	4676	3428	1993	1435	41,86	
					$m = \pm 0,87$						$m = \pm 0,84$	

Tabelle 16. ♀ 66, bestäubt mit 37 C.

	Griffelspitze						Griffelbasis					
	Vers. Nr.	Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Vers. Nr.	Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
jg. Blüten	551-560	1783	1329	752	577	43,42	571-580	1658	1116 ¹⁾	626	489	43,82
alte Blüten	561-570	1821	1434	816	618	43,10	581-590	1757	1306 ¹⁾	696	609	46,63
	719-722	791	382	207	175	45,81						
Zusammen	4395	3145	1775	1370	43,56	Zusamm.	3415	2422 ²⁾	1322	1098	45,33	
					$m = \pm 0,88$						$m = \pm 1,00$	
					Differenz = 1,77 \pm 1,33.							

Die Differenz aller Versuche ist sehr klein, 1,77 Prozent, aber so, daß die Bestäubung der Griffelspitzen etwas mehr Weibchen gab, ausgefallen: ihr mittlerer Fehler, $\pm 1,33$, ist nur wenig kleiner. Auch wenn man die Ver-

1) Einschließlich 1 Zwitter. 2) Einschließlich 2 Zwitter.

suche mit jungen und alten Blüten getrennt betrachtet, sind nach Bestäubung der Griffelspitzen stets mehr Weibchen vorhanden. Das Ergebnis bleibt aber unsicher, wenn auch vielleicht ein gewisser Erfolg vorlag.

Ein ganz entschieden negatives Resultat hatte ein Versuch, der 1919 mit dem Weibchen 499 D und seinem Bruder, dem Männchen 499 H, ausgeführt wurde (Tabelle 17).

Die Differenz von 2,43 Prozent, mit einem mittleren Fehler von $\pm 2,32$, ist hier sogar zugunsten der Griffelbasis ausgefallen; ihre Bestäubung gab mehr Weibchen als die der Griffelspitze, gewiß nur zufällig. Das Männchen 499 H ist ein Bruder des Männchens 499 M, das keine größere Schnelligkeit der Weibchenbestimmer zeigte, wie oben durch den Unterbrechungsversuch bewiesen wurde. 499 H wird sich wie sein Bruder verhalten; die Wegelänge kann dann, wenn die verschiedene Zuwachsgeschwindigkeit fehlt, gar keinen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis haben. Vielleicht verhält sich das Männchen 37 C, das für die Versuche der Tabelle 16 diente, ebenso oder zeigte nur einen geringen Unterschied in der mittleren Schnelligkeit der beiderlei Pollenkörner.

Ob die Bestäubung mit gleichen Pollenmengen an der Griffelspitze oder dem Griffelgrund auf gleich breiter Zone erfolgt, hat also auf das Geschlechtsverhältnis unter den Nachkommen einen merklichen Einfluß, aber nur bei Verwendung des Pollens gewisser Männchen, offenbar solcher, deren beiderlei Pollensorten sich in der mittleren Zuwachsgeschwindigkeit ihrer Schläuche unterscheiden. Es bleibt aber fraglich, wieviel davon auf Rechnung der geringeren Möglichkeiten zur Keimung beim Griffelgrund und die dadurch herabgesetzte Konkurrenz zu setzen ist und wieviel auf Rechnung des weit kürzeren Weges von dort bis zu den Samenanlagen. Beide Umstände wirken gleichsinnig auf eine Zunahme der Männchen nach Bestäubung des Griffelgrundes. Der längere Weg von der Griffelspitze aus bedingt einen Vorteil der Weibchenbestimmer dadurch, daß die Zufalls-, „Vorgabe“ der männchenbestimmenden Pollenkörner auf der bestäubten Querzone von den Schläuchen der weibchenbestimmenden Pollenkörner leichter eingeholt werden kann. Sie beträgt etwa 3—4 mm bei einer Länge der ganzen Bahn von durchschnittlich etwa 20 mm.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Frühere Versuche hatten gelehrt, daß bei *Melandrium* zwischen den männchenbestimmenden und den weibchenbestimmenden Pollenkörnern mindestens zwei physiologische Unterschiede bestehen. Einmal befördern die Weibchenbestimmer die Spermakerne im Durchschnitt schneller zu den Eizellen, und dann sind sie außerdem, durch eine nachträgliche Änderung des ursprünglichen Verhältnisses 1 : 1, an Zahl etwas im Vorteil. Bewiesen wurde

Tabelle 17. ♀ 499 D, bestäubt mit ♂ 499 H.

Griffelspitze						Griffelbasis					
Vers. Nr.	Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂	Vers. Nr.	Samen	Pflanzen	♀	♂	Prozent ♂
857	377	284	141	143	50,3	862	371	257	122	135	52,5
858	376	272	113	159	58,5	863	365	284	140	144	50,7
859	361	239 ¹⁾	93	144	60,3	864	347	264	130	134	50,7
860	352	245	123	122	49,8	865	344	273	130	143	52,4
861	347	258	129	129	50,0	866	336	256	128	128	50,0
Zus.	1814	1298 ¹⁾	599	697	53,70	Zus.	1763	1334	650	684	51,27
					$m = \pm 1,38$						$m = \pm 1,87$

Differenz = 2,43 \pm 2,32

das durch Versuche, bei denen der Wettstreit der beiden Pollensorten durch sehr reichliche Bestäubung möglichst gesteigert und durch sehr spärliche völlig ausgeschlossen war, ferner durch Versuche, bei denen der obere Teil der Kapseln getrennt von dem unteren geerntet und ausgesät worden war.

Was jetzt hier über den Abschluß früherer Versuche und neue, in gleicher Weise ausgeführte, mitgeteilt werden konnte, hat das zumeist bestätigt. Außerdem wurde auf zwei neuen experimentellen Wegen das gleiche Ergebnis erreicht. Einmal durch das Abschneiden der Griffel so bald nach der Bestäubung, daß nur die schnellsten, zuerst im Fruchtknoten ankommenden Pollenschläuche die Befruchtung ausführen konnten. Dabei entstanden viel mehr Weibchen als bei den Kontrollversuchen. Dann durch den Vergleich der Bestäubung von Griffelspitzen und Griffelgrund. Im ersteren Fall entstehen etwas mehr Weibchen, weil bei dem weiteren Weg von der Griffelspitze bis in den Fruchtknoten der Vorteil besser ausgeglichen werden kann, den der Zufall den Pollenkörnern, ohne Rücksicht ob Männchenbestimmern oder Weibchenbestimmern, auf dem bestäubten, 2 bis 3 mm breiten Narbenstreifen gibt, oder weil die größere Breite des Narbenstreifens an der Griffelspitze, bei gleicher Länge der bestäubten Zone, mit der Keimungsmöglichkeit die Chancen der Weibchenbestimmer heraufsetzt.

Das gilt aber nicht für jedes Männchen. Es gibt, wie die neuen Versuche zeigen, auch einerseits solche Männchen, bei denen kein wesentlicher Unterschied in der durchschnittlichen Schnelligkeit besteht, mit der die männchenbestimmenden und die weibchenbestimmenden Pollenkörner ihre Spermakerne zu den Eizellen befördern. Andererseits kann auch der weitere Vorteil, der ein zahlenmäßiges Überwiegen der Weibchenbestimmer bei Ausschluß jeden Wettbewerbes bedingt, wegfallen, und es können ebensoviel (vielleicht sogar mehr) Männchenbestimmer als Weibchenbestimmer unter den auskeimenden Pollenkörnern vorhanden sein.

¹⁾ Darunter 2 Zwitter (0,15 Prozent).

Das beweist zum Beispiel ein Versuch, bei dem die Blüten eines weißblütigen Weibchens zunächst mit sehr wenig *rubrum*-Pollen und genügend lange danach mit viel *album*-Pollen bestäubt worden waren, um zu zeigen, daß die Samenanlagen im Fruchtknoten nicht streng nach der Reihenfolge von oben nach unten befruchtet werden. (Die Nachkommen der ersten und der zweiten Bestäubung sind an der Blütenfarbe zu unterscheiden.) Beim *rubrum*-Männchen waren die Weibchenbestimmer schneller, an Zahl aber nicht stärker als die Männchenbestimmer, beim *album*-Männchen ließ sich umgekehrt kein Unterschied in der Schnelligkeit nachweisen, dafür waren die Weibchenbestimmer an Zahl im Vorteil.

In einer folgenden Abhandlung wird unter anderem gezeigt werden, daß sich auch durch Alternlassen des Pollens das Geschlechtsverhältnis weitgehend verschieben läßt.

Literaturverzeichnis.

- C. CORRENS, 1917. Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Diese Berichte, Gesamtsitzung vom 13. Dezember, S. 685 u. f., G. A. 42, 849.
—, 1918. Fortsetzung der Versuche zur experimentellen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Diese Berichte, Sitzung vom 5. Dezember, S. 1175 u. f., G. A. 44, 925.
—, 1920. Eine geglückte Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Natur und Technik, Jahrg. II, Heft 3, S. 65.
—, 1921. Versuche, bei Pflanzen das Geschlechtsverhältnis zu verschieben. Hereditas, Bd. II, Heft 1, G. A. 52, 1088.
N. HERIBERT-NILSSON, 1920. Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche und gestörte Mendelzahlen bei *Oenothera Lamarckiana*. Hereditas, Bd. I, S. 41.

54. Der Einfluß des Alterns der Keimzellen auf das Zahlenverhältnis spaltender Bastarde.

Die Naturwissenschaften Jahrg. 9, H. 18, S. 313—315. 1921.

Bald nach der Wiederentdeckung der MENDEL'schen Gesetze konnte ich für einen sonst ganz einfachen Sortenbastard des Maises zeigen, daß das Spaltungsverhältnis von dem zu erwartenden, 3 : 1, sehr beträchtlich abwich — es war 6 : 1 —, daß aber nur eine nachträgliche Verschiebung vorlag, während die beiderlei Keimzellen des Bastardes sehr genau in dem Verhältnis 1 : 1 gebildet waren, das die Theorie verlangt. Die eine Keimzellsorte mußte vor der anderen einen Vorteil haben. Ob er darin bestand, daß die Befruchtung der Eizellen mit der einen Sorte Pollenkörner leichter gelang, oder darin, daß die eine Sorte Pollenkörner ihre Schläuche rascher bildete oder schneller wachsen ließ und so die befruchtenden Spermakerne schneller zu den Eizellen beförderte, mußte ich damals unentschieden lassen und ist für den Fall auch jetzt noch unsicher. Seitdem sind mehrfach solche abweichende Spaltungszahlen bekannt geworden, die, außer durch Elimination einer Klasse von Embryonen, bald durch „Prohibition“, bald durch „Zertation“, den Wettbewerb von Keimzellen von ungleicher Schnelligkeit, erklärt wurden. Besonders die verschiedene Geschwindigkeit der Schlauchbildung oder des Schlauchwachstums zweier Pollensorten derselben Pflanze hat sich an den Folgeerscheinungen, die sich daraus mit Notwendigkeit ergeben, neuerdings mehrfach nachweisen lassen. So für die männchenbestimmenden und weibchenbestimmenden Pollenkörner der Lichtnelke (*Melandrium*) bei eigenen Versuchen und für die zweierlei Pollensorten mancher *Oenothera*-Bastarde durch *Heribert-Nilsson* und *O. Renner*.

Es lag nahe, zu versuchen, ob sich die verschiedenen Keimzellsorten eines spaltenden Bastardes nicht auch sonst in ihrem physiologischen Verhalten unterscheiden können. Vor allem war an eine ungleiche Resistenz gegenüber schädigenden Einflüssen zu denken; in erster Linie konnte ein ungleiches Verhalten beim Altern in Betracht kommen. Auch hierfür erwies sich die Lichtnelke als ein geeignetes Objekt. Durch Alternlassen des Blütenstaubes konnte ich, wie an anderer Stelle kurz mitgeteilt wurde, ein fast völliges Verschwinden der Weibchen aus der Nachkommenschaft erzielen,

gewiß infolge größerer Resistenz der (in dem Schlauchwachstum trägeren) männchenbestimmenden Pollenkörner.

Einen entsprechenden Versuch hatte ich schon vor zehn Jahren mit einem ganz einfachen spaltenden Bastard ausgeführt.

Vom Bilsenkraut, *Hyoscyamus niger*, gibt es außer der gewöhnlichen Form mit gelblicher Blumenkrone, die im Schlund schwarzrot gefärbt, und deren Saum in gleicher Farbe geädert ist, eine Sippe, die *f. pallida*, bei der dieser Farbstoff nicht ausgebildet wird. Der Schlund der Blumenkrone ist dann grün, und die Adern des Saumes sind es ebenfalls. Der Bastard zwischen den beiden Formen bildet zwar den schwarzroten Farbstoff, aber nur etwa die halbe Menge, und unterscheidet sich dadurch leicht und sicher von beiden Eltern. Er spaltet in ganz normaler Weise auf, so daß die zweite Generation annähernd genau aus 1 *niger* : 2 Bastarden „*medius*“ : 1 *pallidus* besteht.

1911 wurden solche Bastarde und die Stammarten aufgezogen und ein paar kräftige Individuen zu den folgenden Versuchen verwendet. Einerseits sollten ganz frische Blüten mit möglichst altem und zur Kontrolle mit ganz frischem Pollen bestäubt werden, andererseits möglichst alte und zur Kontrolle ganz junge Blüten mit ganz frischem Pollen. Es wurde aber nicht der Bastard mit sich selbst befruchtet, sondern die Rückkreuzung mit dem „recessiven“ Elter, der *f. pallida*, ausgeführt, die nach der Erwartung *medius* und *pallidus* im Verhältnis 1 : 1 geben mußte. Und zwar hatte die *f. pallida* nur frische Keimzellen zu liefern, der *medius* (der Bastard) die alten und frischen. Dabei war, wie hier nicht näher auseinandergesetzt werden soll, zu erwarten, daß die etwa vorhandene Wirkung des Alterns der Keimzellen reiner zum Vorschein käme, als nach Selbstbefruchtung oder Inzucht des Bastardes.

Die Blüten stehen bei *Hyoscyamus* in langen Blütenständen, sogenannten Wickeln, im Zickzack in zwei Längszeilen und blühen streng in der Reihenfolge von unten nach oben auf. Bei den einen Versuchen wurden bei *H. (niger) pallidus* abwechselnd 1 bis 2 (kastrierte) Blüten mit altem Blütenstaub einer *medius*-Pflanze bestäubt und ebensoviele mit frischem desselben Individuums. Der Pollen war über Schwefelsäure 14 bis 21 Tage aufgehoben worden. Bei den anderen Versuchen bestäubte ich alle nach und nach kastrierten Blüten einiger Infloreszenzen des *medius*, von der jüngsten, ganz frischen bis zu der ältesten, deren Krone schon welkte, mit frischem *pallidus*-Pollen. Es waren das, je nach der Stärke der Pflanze und des Blütenstandes, 4 bis 7. Der Schutz war der gleiche, erst durch eine Pergamindüte, später durch einen Gazesack, und die Bestäubung stets sehr reichlich.

Ausgesät konnte 1912 nur ein geringer Teil der Ernte werden: Die Samen eines Fruchtstandes, bei dem mit 21 tägigem Pollen bestäubt worden war, und die Samen, die aus je der ältesten und jüngsten Blüte an 5 Blütenständen

entstanden waren; die dazwischen liegenden Kapseln mußten unbenutzt bleiben. Die beiden Tabellen bringen die Ergebnisse.

Tabelle 1.
Versuche mit altem Pollen, ♀ *pallidus* + ♂ *medius*.

A. Pollen jung					B. Pollen alt				
Vers. Nr.	Ges.-Zahl	med.	pall.	Proz. pall.	Vers. Nr.	Ges.-Zahl	med.	pall.	Proz. pall.
1	508	232	276	54	3	39	17	22	56
2	368	194	174	47	6	28	15	13	46
4	214	94	120	56	7	155	72	83	54
5	482	242	240	50	10	30	10	20	66
8	241	120	121	50	13	27	14	13	48
9	190	99	91	48	16	65	23	42	65
11	91	48	43	47	17	37	18	19	51
12	62	32	30	48	20	7	1	6	86
14	194	91	103	53					
15	210	109	101	52	zus.	388	170	218	56,2
18	249	98	151	61					$m = \pm 2,52$
19	224	99	125	56					
zus.	3033	1458	1575	51,9					Diff. $B - A = 4,3 \pm 2,68$
				$m = \pm 0,91$					Kapseldurchsch. 49 S.
				Kapseldurchsch. 253 S.					

Der Pollen hätte wohl noch älter sein können. Daß er aber durch das Altern beeinflußt war, sieht man daran, daß die mit ihm erzeugten Kapseln viel weniger Nachkommen, im Durchschnitt nur etwa $\frac{1}{5}$ so viel, gegeben haben, als die mit frischem Pollen entstandenen, eine Erfahrung, die man auch bei den Versuchen mit der Lichtnelke machen kann.

Der alte Pollen gab merklich mehr *pallidus* als der frische. Demnach waren von den beiden ursprünglich in gleicher Zahl vorhandenen Körnern jene, denen die *niger*-Anlage für Farbstoffbildung fehlte, resistenter als die, in denen sie vorhanden war. Der Erfolg ist aber nicht ganz sicher. Die Differenz beträgt 4,3%, und ihr mittlerer Fehler $\pm 2,68\%$; sie ist also noch nicht ganz doppelt so groß, statt dreimal so groß, wie sie eigentlich sein sollte, um unanfechtbar zu sein.

Ein gewisser Vorzug der *pallidus*-Pollenkörner zeigt sich übrigens schon, solange sie frisch sind: die Abweichung von den 50%, die bei der Rückkreuzung bei ganz gleichen Chancen zu erwarten wären, ist 1,9% und etwas größer als ihr mittlerer Fehler, 0,91%, doppelt genommen.

In Tabelle 2 läßt sich kein so großer Altersunterschied herstellen, wie bei den Pollenkörnern, er geht nicht über 3 bis 5 Tage hinaus. Vielleicht hängt es damit zusammen, daß sich der Einfluß des Alterns der Samenanlagen schon bei der Zahl der keimfähigen Samen in den Kapseln sehr wenig verrät; die aus alten Blüten entstandenen enthalten im Durchschnitt etwa $\frac{5}{6}$ der normalen Zahl.

Die alten Eizellen haben ein wenig mehr *medius*-Pflanzen gegeben; die Differenz ist aber so klein — nur 1,3% und geringer als ihr mittlerer Fehler,

Tabelle 2.
Versuche mit alten Eizellen, ♀ *medius* + ♂ *pallidus*.

A. Eizellen jung					B. Eizellen alt					
Vers. Nr.	Ges.-Zahl	med.	pall.	Proz. pall.	Vers. Nr.	Ab-stand	Ges.-Zahl	med.	pall.	Proz. pall.
22	258	127	131	51	21	4. Ka.	182	104	78	43
24	189	104	85	45	23	5. Ka.	198	96	102	52
26	149	93	56	38	25	5. Ka.	128	71	57	45
28	306	142	164	54	27	5. Ka.	250	121	129	52
30	248	116	132	53	29	7. Ka.	241	126	115	48
zus.	1150	582	568	49,4	zus.		999	518	481	48,1

$$m = \pm 1,59$$

$$m = \pm 1,47$$

$$\text{Diff. } A - B \quad 1,3 \pm 2,16$$

Kapseldurchsch. 230 S.

Kapseldurchsch. 198 S.

2,16% —, daß gar kein Wert auf sie zu legen ist. Vermutlich ist die Lebensdauer des Gynaeceum zu gering, als daß sich ein deutlicher Einfluß des Alters zeigen könnte.

Nach den Versuchen ist es also mindestens wahrscheinlich, daß sich auch bei mendelnden Bastarden eine Verschiebung des Zahlenverhältnisses der Nachkommen durch Alternlassen der Keimzellen erreichen läßt. Voraussetzung ist, daß sich der Einfluß genügend steigern läßt, was im allgemeinen bei den höheren Pflanzen wohl nur für die Pollenkörner der Fall sein wird. Es wird auch hier ganz sicher günstige und unbrauchbare Versuchsobjekte geben.

Der beschränkte Platz im Botanischen Garten in Münster zwang mich, seinerzeit nur einen Teil des in den Versuchen erzeugten Saatgutes auszusäen. Bei einem größeren Umfang hätten sich die Zweifel, die jetzt leider noch an dem Ergebnis haften, beseitigen lassen. In dieser Hinsicht bietet nun das Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie viel bessere Möglichkeiten, ganz abgesehen von der Befreiung von zeitraubenden dienstlichen Verpflichtungen. Es liegt nahe, das Arbeitsgebiet so zu wählen, daß diese Vorteile, die kein Institut, das Lehrzwecken dient, bieten kann, so vollständig ausgenutzt werden, als es unter den übrigen drückenden allgemeinen Verhältnissen nur möglich ist.

55. Die ersten zwanzig Jahre MENDEL'scher Vererbungslehre¹⁾.

Festschrift der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, S. 42—49. 1921.

Im Frühjahr 1900 erschienen in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft kurz hintereinander von drei Forschern Arbeiten, die alle eine Bestätigung der Tatsachen und Schlüsse brachten, die der Augustinerpater GREGOR MENDEL bei seinen Vererbungsversuchen mit Erbsen im stillen Klostergarten zu Brünn gefunden hatte. Er hatte sie zwar im Jahre 1866 an einer schwer zugänglichen Stelle, in den Sitzungsberichten seiner heimatischen naturforschenden Gesellschaft als „Versuche über Pflanzenhybriden“ veröffentlicht, aber die Gelehrten jener Tage waren achtlos daran vorübergegangen, auch NÄGELI, der seiner Veranlagung und seinen Bestrebungen nach am ehesten die Tragweite der Entdeckungen hätte richtig einschätzen können. Woran das lag? Zum größten Teil war sicher Schuld, daß MENDEL bei seinen weiteren Versuchen besonderes Gewicht auf eine Pflanzengattung gelegt hatte, die so ungünstig wie nur möglich für eine Bestätigung des vorher Gefundenen war. So außerordentlich glücklich der wohlüberlegte Griff bei den Erbsen gewesen war, so verhängnisvoll war er bei den Hieracien. Die zweite und letzte kleine Vererbungsarbeit MENDELS aus dem Jahre 1870 über Bastarde aus dieser Gattung zeigte denn auch einen ganz entgegengesetzten Ausfall der Versuche. Die Gründe dafür traten erst kurz nach MENDELS Wiederentdeckung zutage; die Nachkommen einer Pflanze, auch eines Bastardes, verhalten sich hier wie Stecklinge, die von ihr gemacht werden, weil sie fast immer auf ungeschlechtlichem Wege, apogam, entstehen. Sie können dann nichts von den Gesetzen zeigen.

Und doch ist es leichtverständlich, daß MENDEL gerade auf diese Gattung verfiel. Hatte sie doch seit langem infolge ihrer ungemainen Vielförmigkeit und der außerordentlichen Schwierigkeiten in der Abgrenzung der Arten, als besonders günstiges Objekt zum Studium der Artbildung die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gezogen. So hatte auch NÄGELI sich schon früher mit

¹⁾ Die einundzwanzigjährige Wiederkehr der Entdeckung des Lebenswerkes MENDELS und damit der Begründung der modernen Vererbungslehre reizte, einiges aus dem inzwischen Geleisteten in einer kurzen Übersicht zusammenzustellen. Sie soll keine vollständige Geschichte dieser Zeit sein; deshalb sind auch nur die Namen verstorbener Forscher genannt.

ihr beschäftigt und war damals gerade im Begriff, sie wieder eingehend zu studieren. Was lag da näher, als den Tatsachen, die wohl für eine Kulturpflanze wie die Erbse Gültigkeit hatten, sich aber bei Hieracium gar nicht nachweisen ließen, keine große Bedeutung zuzuschreiben? Für die Wissenschaft ist es sicher ein Nachteil gewesen. Ob für den Ruhm MENDEL'S? Kaum. Wäre die bahnbrechende Bedeutung seiner Arbeit gleich erkannt worden, so würde man jetzt die moderne Vererbungslehre vermutlich nicht Mendelismus nennen, oder von einem Bastard sagen, er mendelt, wenn er sich wie MENDEL'S Erbsenbastarde verhält.

Wichtig für die Charakteristik des Mannes sind seine an NÄGELI gerichteten Briefe. MENDEL selbst war sich der Richtigkeit seiner Entdeckung wohl bewußt und glaubte gewiß auch, daß seine Zeit noch kommen werde; die Tragweite schätzte er nicht voll ein und konnte es ja auch gar nicht, nach dem, was wir eben hörten.

Als vor 20 Jahren die Aufmerksamkeit wieder auf MENDEL'S Arbeit gelenkt wurde, lag alles viel günstiger. Denn in den 34 Jahren, die zwischen MENDEL'S Veröffentlichung und seiner Wiederentdeckung liegen, war eben durch die intensive Geistesarbeit GALTON'S, NÄGELI'S, WEISMANN'S und anderer der Boden für ihr Verständnis gut vorbereitet worden. So gaben die drei eingangs genannten Veröffentlichungen den Anstoß zu einer so raschen und reichen Entwicklung der Vererbungslehre, wie sie wohl die Geschichte keiner anderen biologischen Disziplin aufweisen kann. Dabei ist die Wirkung der parallel gehenden Untersuchungen über Mutationen bei *Oenothera* und vor allem jener über „reine Linien“ nicht zu unterschätzen. Das Ausland griff den Anstoß eifrig auf, vor allem England und Amerika, auch Schweden, während man in Deutschland erst kurz vor dem Kriege für diese Forschungsrichtung besser zu sorgen begann. Jetzt lastet die finanzielle Lage schwer auf ihr.

Durch die glänzende Entwicklung der Zellenlehre war in der Zwischenzeit auch die Möglichkeit geschaffen worden, tiefer einzudringen und den Mechanismus des von MENDEL beobachteten Geschehens zu verstehen. War doch im Jahre 1866 noch nicht einmal das Wesen des Befruchtungsvorganges, die Übertragung materieller Teilchen durch das Spermatozoon oder den Spermakern in die Eizelle, bekannt gewesen, und ebensowenig die wunderbare Feinheit, mit der die Substanz des Kernes bei der Zellteilung halbiert und auf die Tochterzellen übertragen wird, geschweige denn die Vorgänge bei der Reduktionsteilung.

Der Stand unserer Kenntnis der Bastarde — auf der sich jedes Wissen von der Übertragung der elterlichen Eigenschaften auf die Kinder aufbaut — zur Zeit der Wiederentdeckung MENDEL'S ist gut durch den Report der Hybrid Conference gekennzeichnet, die im Juli 1899 in London von der Royal

Horticultural Society abgehalten wurde. Wohl finden wir Ansätze zu dem Fortschritt, den MENDEL brachte, vor allem bei seinem Zeitgenossen CHARLES NAUDIN; sie entwickelten sich aber nicht weiter.

Das Wesentlichste an den neuen Vorstellungen ist sicher, daß für die einzelnen Eigenschaften der Organismen einzelne, getrennte, körperliche Anlagen, „Gene“, „Faktoren“, vorhanden sind. Sie sind voneinander unabhängig, bleiben ganz unverändert, wenn sie bei einer Bastardierung mit den Anlagen eines anderen Individuums zusammenkommen, werden bei der Bildung der Keimzellen wieder sauber getrennt und nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Keimzellen verteilt. Wir können die Chancen einer bestimmten Kombination von Erbanlagen berechnen und können neue konstante Sippen, Kombinanten, aufbauen, indem wir die eine Eigenschaft von jenem Elter, die andere von diesem nehmen, ein Verfahren, dessen praktische Bedeutung auf der Hand liegt. Auf die zugrunde liegenden Tatsachen selbst, die man als „Spaltungsgesetz“ und „Unabhängigkeitsgesetz“ zusammenfaßt, brauche ich hier nicht einzugehen. Ich will nur bemerken, daß es uns heutzutage nicht mehr zu beunruhigen braucht, wenn wir bei einer Nachkommenschaft Zahlenverhältnisse erhalten, die von denen abweichen, die man nach der Rechnung erwartet. Sehr bald nach der Wiederentdeckung konnte schon ein solcher sehr auffälliger Fall von Abweichung durch nachträgliche Verschiebungen erklärt werden, sei es durch den Wettbewerb, die „Zertation“, verschiedener Pollensorten oder durch Elimination, und seitdem haben wir reichliche Belege dafür erhalten. Die Rückkreuzung des Bastardes mit seinem einen Elter ist in solchen Fällen instruktiver als die Aufzucht seiner zweiten Generation nach Inzucht oder Selbstbefruchtung.

Ein weiteres Gesetz, das aber nicht wie die oben genannten die Übertragung der Merkmale, sondern die Entfaltung der Anlagen beherrscht, war zunächst als „Dominanz“- oder „Prävalenzgesetz“ aufgestellt worden. Nach ihm sollte das Merkmal des einen Elters über das korrespondierende des anderen im Bastard ganz oder stark überwiegen, die rote Blütenfarbe z. B. über die weiße, so daß der Bastard rot blüht. Etwas Wichtigeres findet aber in dem „Uniformitätsgesetz“ A. LANGS seinen Ausdruck: die Nachkommen erblich reiner Eltern sehen unter den gleichen äußeren Bedingungen stets gleich aus.

Wie ein Merkmal überhaupt ausfällt, hängt außer von seiner ererbten Anlage von den äußeren Bedingungen ab, unter denen sich diese Anlage entfaltet. Das ist schon von NÄGELI betont worden, aber erst jetzt, vor allem durch die Untersuchungen über reine Linien, ganz scharf herausgearbeitet und zur Anerkennung gebracht worden. Vererbt wird z. B. beim Weizen nicht eine bestimmte Länge des Halmes, sondern die Fähigkeit, unter be-

stimmten Bedingungen einen Halm von bestimmter Länge zu bilden, auch nicht die rote Farbe einer Blüte, sondern die Fähigkeit, unter bestimmten Bedingungen, z. B. bei einer gewissen Temperatur, rote Farbe von bestimmter Intensität zu bilden. Bei höherer Temperatur kann dieselbe Pflanze blasser oder weiß, bei tieferer noch dunkler rot blühen. Trotzdem wird man der Kürze halber auch fernerhin einfach von einer „Anlage für Rot“ sprechen oder von einer „Vererbung von Hell- oder Dunkelrot“, und darunter das verstehen, was vorhanden sein muß, soll die Pflanze überhaupt roten Farbstoff bilden können, und daß sie unter denselben Bedingungen hellrot oder dunkelrot blüht.

Die einfachen Tatsachen, die MENDEL gefunden hatte, und die daraus abgeleiteten Gesetze haben sich überall nachweisen lassen, wo der Bastardierungsversuch darauf zu prüfen erlaubte. Daß sie gerade bei Pflanzen entdeckt wurden und ihre erste experimentelle Bestätigung auch dort fanden, ist kein Zufall und hängt mit der hier sehr häufigen Zwitterigkeit und der oft gegebenen Selbstbefruchtung zusammen. Auch fast alle Fortschritte über MENDEL hinaus sind zunächst bei Pflanzen gemacht worden. Nur in letzter Zeit, und auf einem bestimmten, freilich sehr wichtigen Gebiet, bei der Verbindung von Mendelismus und Zytologie, hat umgekehrt die Zoologie durch ihre ungleich günstigeren Objekte einen Vorsprung gewonnen, den die Botanik nicht einholen kann.

Schon sehr bald nach der Wiederentdeckung konnte darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Bastardierungsversuche, die VON GUAITA nicht lange vorher mit der japanischen Tanzmaus und der Hausmaus angestellt hatte, zu den MENDEL'schen Gesetzen paßten, und rasch wurde auch an der Hand von Stammbäumen wahrscheinlich gemacht, daß Eigenschaften des Menschen, zunächst Bildungsanomalien und Krankheiten, ihnen folgten. Wir wissen jetzt, daß im Pflanzenreich, im Tierreich und beim Menschen alle möglichen Eigenschaften mendeln, normale und pathologische, morphologische, anatomische und physiologische, herab bis zu den Stoffen, die in manchen Fällen die Selbststerilität bedingen.

Zu allererst spielte, hauptsächlich unter dem Eindruck des noch unerklärten Verhaltens der Hieracienbastarde, die Vorstellung eine Rolle, als ob die neuentdeckten Vererbungsgesetze für Rassenbastarde charakteristisch seien. Es ließ jedoch der Beweis nicht lange auf sich warten, daß wenigstens einzelne, leicht faßbare Eigenschaften auch bei Bastarden zwischen besten Arten im alten LINNÉ'schen Sinne mendelten, und heutzutage liegt die Sache gerade umgekehrt, jede Angabe des Nichtmendelns fordert eine Nachprüfung. Wenn es bei Artbastarden vielfach schwer ist, das Mendeln nachzuweisen, so liegt das teils daran, daß die Merkmale sehr kompliziert aufgebaut sind oder allerlei, eigentlich nebensächliche Umstände das Spalten erschweren oder verhindern.

Ein wesentlicher Fortschritt über MENDEL hinaus war die Erkenntnis, daß eine Eigenschaft durch mehrere voneinander unabhängige, ganz verschiedenartige Erbanlagen bedingt sein kann. Es wird bei dem Uneingeweihten immer wieder Staunen erregen, wenn er den Bastard zwischen einer weißblühenden und einer rotblühenden Pflanze blau blühen sieht, oder gar zwei weißblühende Eltern lauter blaublühende Nachkommen geben. Die Erklärung dafür ist erst durch das genauere Studium des Zustandekommens der Eigenschaften möglich geworden, in den genannten Fällen durch das der Entstehung der Farbstoffe. Auf die Bedeutung solcher Arbeit kann nicht nachdrücklich genug hingewiesen werden. Umgekehrt gibt aber auch der Vererbungsversuch Fingerzeige für die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. In dem oben genannten Fall entsteht z. B. das Blau genau so, wie es bei einer sauren, roten Lackmuslösung durch Zusatz einer genügenden Menge Alkali zustande kommt. Die eine Pflanze vererbt den sauren Zellsaft und den darin gelösten Farbstoff, blüht also rot, die andere den dominierenden, alkalischen Zellsaft, aber keinen Farbstoff, und blüht weiß. Der Bastard zeigt den Farbstoff in alkalischer, blauer Lösung. Oder das Blau entsteht, wie sich das Indigoblau beim Zusammentreten von Indigweiß mit Sauerstoff bildet: das eine Elter vererbt ein Chromogen, das andere einen oxydierenden Stoff. Sie blühen deshalb beide nur weiß; der Bastard dagegen, bei dem beide Stoffe zusammentreffen, blau. Wir kennen sehr viele solche Fälle, auch im Tierreich, wenn z. B. der Bastard zwischen einer schwarzen Maus und einer weißen grau ist.

Von ganz besonderer Bedeutung aber war die Entdeckung der gleichsinnig wirkenden Anlagen, der „multiplen“ oder „polymeren“ Faktoren. Sie ist wohl die genialste, sicher die theoretisch wichtigste Erweiterung unseres Wissens seit MENDEL, für die wir freilich wohl schon bei diesem selbst eine Ahnung finden, dort, wo er die verschiedenen intensiv roten Blütenfarben zu erklären sucht, die in der zweiten Generation seines Bastardes zwischen einer weißblühenden Buschbohne und der rotblühenden Feuerbohne auftraten.

Für ein Merkmal, z. B. eine Färbung, können nämlich statt einer Anlage zwei oder mehr vorhanden sein, die aber nicht, wie wir eben sahen, erst zusammen das Merkmal geben, sondern von denen jede für sich allein es schon hervorbringt, in voller Stärke oder in schwächerer Ausbildung. Die schwarze Spelzenfarbe mancher Hafersorten beruht so auf zwei Farbanlagen, von denen jede für sich schon Schwarzbraun gibt, und die, zusammenwirkend, eine noch tiefere Farbe hervorbringen. Der „rote“ Weizen wird durch drei derartige Anlagen für die Körnerfarbe bedingt. Wenn mit jeder Anlage, die in der Erbmasse mehr vorhanden ist, die Färbungsintensität steigt, und wenn die Ausbildung der Färbung auch noch von äußeren Einflüssen abhängt, so

muß in der Nachkommenschaft eines Bastardes zwischen einem stark roten und einem weißen Weizen im Durchschnitt unter je 64 Pflanzen nur eine weiße Körner zeigen; die anderen 63 sind eine bunte Menge aus Pflanzen mit verschieden stark rot gefärbten Körnern, deren Färbungsunterschiede teils erblich, teils durch die äußeren Umstände hervorgerufen sind, und aus der man konstante, verschieden stark rote Kombinanten isolieren kann. Ja, die Färbung kann bei dem Bastard zwischen zwei roten Weizen intensiver ausfallen als bei den Eltern.

Die multiplen Faktoren klären nun das Verhalten vieler Bastarde auf, die man zunächst als Ausnahmen von den neuen Vererbungsgesetzen oder als Beweise gegen sie betrachtet hatte, weil die erste Generation eine Mittelstellung, die zweite ein buntes Gemisch von Formen gab, das sich zwischen den Extremen der Eltern bewegte. Es läßt auch manchen Versuch, die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften zu beweisen, in ganz neuem Licht erscheinen, indem man, wie erst ganz neuerdings hervorgehoben wurde, vielleicht eine unbewußte Auswahl schon vorher vorhandener, erblich fixierter Abänderungen in neuen Kombinationen getroffen hatte.

Vielleicht das überraschendste Ergebnis aber, zu dem die moderne Vererbungsforschung geholfen hat, ist die Lösung des Problems der Geschlechtsbestimmung. Auch diese Frage — wie weit die neuentdeckten Tatsachen hierfür verwendet werden könnten — ist MENDEL selbst schon durch den Kopf gegangen, wie eine Stelle in einem der an NÄGELI gerichteten Briefe beweist.

Wir wissen jetzt, daß überall, wo uns die beiden Geschlechter, das männliche und das weibliche, im Tierreich und im Pflanzenreich, gegenüber treten, der Vorgang, durch den sie entstehen, im wesentlichen der gleiche ist. Er kann in völlige Parallele gebracht werden zu der Rückbastardierung eines ganz einfachen mendelnden Bastardes mit einem seiner Eltern, dem mit der zurücktretenden, „rezessiven“ Eigenschaft. Hier ist die eine Hälfte der Nachkommen wieder der aufs neue spaltende Bastard, die andere Hälfte wiederholt das rezessive Elter. Dort gehört die eine Hälfte der Nachkommen dem „heterogametischen“ Geschlecht — meist ist es das männliche — an, das, wie der spaltende Bastard, zweierlei Keimzellen hervorbringt, Männchenbestimmer und Weibchenbestimmer; die andere Hälfte der Nachkommen wiederholt das „homogametische“ Geschlecht, das, wie das rezessive Elter des Bastardes, nur einerlei Keimzellen bildet, die nach der Vereinigung mit einer männchenbestimmenden Keimzelle des heterogametischen Geschlechtes ein Männchen, mit einer weibchenbestimmenden ein Weibchen geben.

Nachträglich kann nicht nur das „mechanische“ Zahlenverhältnis der Geschlechter 1 : 1 stark verschoben werden, es kann auch der Einfluß dieser

primären Geschlechtsbestimmung dadurch abgekürzt sein, daß die Entfaltung der Geschlechtsmerkmale mehr oder weniger vollständig Stoffen übertragen wird, die erst von den Keimdrüsen des neu entstandenen Wesens gebildet werden. Diese Keimdrüsen sind ja aber immer das Ergebnis der primären Bestimmung, und sie ist im Grunde deshalb auch hier das eigentlich Entscheidende, auch in Fällen, wo wir durch Vertauschung der Keimdrüsen ein Männchen nachträglich weitgehend weiblich, oder ein Weibchen männlich machen können. — Die Theorie ist auf den Fällen geschlechtsbegrenzter Vererbung, auch beim Menschen, und den Ergebnissen aufgebaut, die die Bastardierung getrenntgeschlechtiger mit gemischtgeschlechtigen (einhäusigen oder zwittrigen) Arten brachte. Bei den viel glänzenderen Beweisen, die gleichzeitig die Zellenlehre in den Geschlechtschromosomen beigebracht hat, ist nicht zu vergessen, daß diese äußerlich sichtbaren Unterschiede in den Chromosomengarnituren der Kerne etwas Sekundäres, nachträglich Erworbenes sein muß, eine Folge, nicht die Ursache des Modus der Geschlechtsbestimmung.

Schon zur Zeit der Wiederentdeckung MENDELS lag es nach dem, was vor allem WEISMANN in seinen Studien über das Keimplasma vorgearbeitet hatte, nahe, den Sitz der Erbanlagen in die Chromosomen zu verlegen, und das Spalten mit Hilfe der Reduktionsteilung geschehen zu lassen, die ja der Befruchtung mit ihren neuen Anlagenkombinationen zeitlich vorangeht. Manches konnte direkt aus den Spaltungserscheinungen erschlossen werden; die vorliegenden zytologischen Tatsachen und Deutungen, namentlich auf botanischem Gebiet, reichten noch nicht gleich zur völligen Aufklärung. Der erste wesentliche Fortschritt war der Beweis für die Verschiedenwertigkeit der einzelnen Chromosomen desselben Kernes, den BOVERI durch entwicklungsphysiologische Versuche erbrachte. Es war damit der Anfang zu einer Entwicklung gemacht, die uns schon soweit geführt hat, daß man bei einem besonders günstigen Objekte, der Taufliege, *Drosophila*, das Chromosom und sogar die Stelle im Chromosom angegeben hat, wo eine bestimmte Erbanlage, z. B. für die Farbe der Augen oder den Zuschnitt der Flügel, zu suchen ist, daß man eine Topographie der Chromosomen entwerfen konnte.

Diese Errungenschaften haben uns auch die Fälle von vollständiger oder teilweiser „Koppelung“ zweier Eigenschaften verstehen gelehrt, ihre gemeinsame Vererbung z. B. von Blütenfarbe und Behaarung oder von Blütenfarbe und Form der Pollenkörner.

Wir kennen keinen Fall, wo eine richtige Spaltung an anderer Stelle als bei der Keimzellbildung, also durch die Reduktionsteilung, geschieht. Der sprungförmige Übergang vom spaltenden Bastardzustand in einen konstanten, reinen, der gewöhnlich dem einen Elter entspricht, oder umgekehrt

der Übergang von diesem in jenen Zustand, den wir an den Trieben mancher Pflanzen, ausnahmsweise oder ziemlich regelmäßig, beobachten können, hat mit dem eigentlichen Spalten wohl sicher gar nichts zu tun.

Durch die neuen Ergebnisse ist auch die alte Streitfrage nach der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung im Prinzip gelöst. Im Kern, und zwar in den Chromosomen, sind die einzelnen Erbanlagen, wie sie der MENDEL'sche Vererbungsversuch fordert, lokalisiert. Das genügt aber nicht; es muß auch dafür gesorgt sein, daß die Anlagen zur richtigen Zeit und zur richtigen Stelle aktiv werden. Im Plasma, das von Sippe zu Sippe mehr oder weniger verschieden sein muß, laufen Vorgänge ab, in die die Erbanlagen im Kern eingreifen, sobald sie dazu passen, und so arbeiten Plasma und Kern zusammen.

Wie die Erbanlagen wirken, davon wissen wir fast gar nichts. In neuerer Zeit hat man vielversprechend versucht, hier tiefer einzudringen, ausgehend von Tatsachen, die das Studium intersexueller Geschlechtsformen geliefert hat.

Die Lehre von den selbständigen und unveränderlichen Erbanlagen, zusammen mit dem schon von NÄGELI betonten, aber erst jetzt vollbewerteten Unterschied zwischen dem erblichen „Genotypus“ und dem von äußeren Bedingungen hervorgerufenen und nicht erblichen „Phänotypus“ haben neuerdings Anlaß gegeben, die ganze Abstammungslehre in Frage zu ziehen. Eine Wirkung äußerer Einflüsse auf das Keimplasma in dem Sinne, daß eine Vererbung von Anpassungen erfolgt, die am Individuum zustande gekommen sind — wie sie noch NÄGELI, trotz der scharfen Unterscheidung von erblich und nicht erblich, annahm —, läßt sich experimentell nicht nachweisen. Nach der Entdeckung der gleichsinnigen Faktoren sind die wenigen Beispiele, die man dafür anzuführen pflegte, mehr als fraglich geworden. Die Flucht in lange Zeiträume, zu zahllosen Wiederholungen der Einwirkungen, kann auch kaum weiterhelfen. Was wir in Mutationen von neuen erblichen Eigenschaften auftreten sehen, sind fast ausschließlich Verluste oder pathologische Merkmale, die keinen phylogenetischen Fortschritt bedeuten. Dazu ist nur bei wenigen der Verdacht ausgeschlossen, sie seien durch eine mehr oder weniger komplizierte Mendelspaltung entstanden, also überhaupt nichts eigentlich Neues. Der Formenreichtum ist in vielen Verwandtschaftskreisen sehr groß; wir dürfen aber annehmen, daß sehr vieles davon „Kombinanten“ sind, infolge vorangehender Bastardierung. Etwas phylogenetisch Neues entsteht natürlich auch so nicht.

Wir stehen hier zur Zeit ziemlich ratlos zwischen den Tatsachen, die uns die Paläontologie und, wenn auch weniger sicher, die Ökologie liefert, und den experimentell festgestellten Tatsachen der Vererbungslehre. Die Kluft muß einmal überbrückt werden, aber zur Zeit scheinen wir von der Lösung weiter entfernt zu sein, als man vor 20 Jahren dachte.

Die ersten 20 Jahre Arbeit auf dem von MENDEL erschlossenen Gebiete haben, wie aus dem Vorhergehenden, trotz seiner Kürze, hervorgehen wird, reichliche Früchte getragen. Was wird die Zukunft bringen?

Zunächst zweifellos eine außerordentliche Ausdehnung in die Breite. Jede Nutz- oder Zierpflanze, jedes Haustier wird Gegenstand eingehender Studien werden müssen, soll die Züchtung rationell betrieben werden. Jede Eigenschaft des Menschen verlangt eine Untersuchung, zum Teil schon vom Standpunkt der Rassenhygiene aus.

Diese Arbeit hat zunächst praktisches Interesse, und die gute Absicht, möglichst bald zu Nutzen bringenden Resultaten zu gelangen, schließt eine Gefahr in sich, die nicht unterschätzt werden darf. Bei gründlichem Studium werden aber auch neue Gesichtspunkte gefunden werden. Wege, die weiter führen und in die Tiefe gehen. Das beste Beispiel, was eine Untersuchung, die zunächst Züchtungszwecken diene, zutage fördern kann, ist die Aufdeckung der gleichsinnig gerichteten Faktoren, von denen ich oben sprach. Daneben muß eine theoretische Forschung gehen, der das Material nicht vom praktischen Bedürfnis in die Hand gedrückt wird.

Aus den Anfängen, die sich in knapper Form auf wenig Seiten vollständig darstellen ließen, ist eine selbständige Wissenschaft geworden, die ihre Objekte bald dem Pflanzenreich, bald dem Tierreich entnimmt, deren Methoden aber einheitlich sind. Ob wir die Blütenfarbe einer Wunderblume, die Haarfarbe einer Maus, die Augenfarbe des Menschen studieren, immer ergeben sich die gleichen Grundgesetze. Das bindet die Tatsachen stärker zusammen, als die Herkunft des Materials, an dem sie gewonnen wurden. Die Vererbungslehre ist nicht mehr ein Teil der physiologischen Botanik oder Zoologie, sie ist zu einem besonderen Forschungsgebiet geworden, wie die Chemie eines ist, gleichgültig, ob die Stoffe, die sie untersucht, oder von denen sie ausgeht, dem Pflanzenreich, dem Tierreich oder dem Mineralreich angehören. Dazu kommt noch die eminente praktische Bedeutung der Vererbungslehre, die sich die zusammenschließende Behandlung botanischer und zoologischer Objekte nicht nehmen lassen wird.

Wie weit wir Deutsche noch an der Fortführung des Baues teilnehmen können, dessen Grundstein MENDEL gelegt hat und an dessen Fundamenten wir mitgearbeitet haben, wird die Zukunft lehren. Die ungünstige materielle Lage drückt gerade hier sehr schwer, denn wenig Forschungsgebiete stellen so große Anforderungen an Mittel wegen des Raumes und der Hilfskräfte. Hoffentlich kann Deutschland seinen Anteil an dem Ausbau auch weiterhin leisten.

56. Etwas über GREGOR MENDELs Leben und Wirken.

(Die Naturwissenschaften, Jahrg. 10, H. 29, S. 623—631. 1922.)

I. Die drei Hauptepochen der Bastardforschung.

Wir können in der Geschichte der wissenschaftlichen Bastardforschung auf botanischem Gebiet — ihr gegenüber tritt die auf zoologischem, mit Ausnahme der allerjüngsten Zeit, sehr zurück — drei Hauptepochen unterscheiden, die freilich übereinander greifen. Für jede ist das Problem charakteristisch, das in ihr im Vordergrund des Interesses steht oder doch in erster Linie den Anstoß zu den Untersuchungen gibt.

Die erste Epoche beginnt 1760 mit KOELREUTERS Tabakbastarden. Ihm handelte es sich dabei zunächst darum, experimentell zu beweisen, daß auch die zwittrigen Blütenpflanzen sich geschlechtlich fortpflanzen. Schon der Titel seiner ersten Schrift aus dem Jahre 1761 „Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen“ lehrt das. Dadurch, daß der Bastard Merkmale beider Elternpflanzen in sich vereinte oder zwischen ihnen vermittelte, war bewiesen, daß weder die Pflanze, die den Fruchtknoten mit den Samenanlagen lieferte — die Eizelle wurde erst 80 Jahre später entdeckt —, noch jene, die den Blütenstaub hergibt, *allein* den Embryo bildet, sondern daß dazu beide zusammenwirken müssen. KOELREUTER hat dann noch viele andere Bastarde hergestellt und beschrieben.

Merkwürdigerweise genügte dieser Beweis doch noch nicht; dem zweiten und dritten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts schien die Frage noch offen. Und so hat auch der nächste bedeutende Experimentator in Deutschland, C. FR. GÄRTNER, seine Arbeit begonnen, um eine einschlägige Preisfrage der niederländischen Akademie zu lösen. Aus den ersten Versuchen wuchs in fünfundzwanzigjähriger Arbeit sein umfangreiches, überaus gründliches, aber leider ebenso unübersichtliches und schwerfälliges Buch „über die Bastardzeugung“ hervor.

Als es 1845 erschien, war schon die zweite Epoche angebrochen, in der man sich in erster Linie um die Bedeutung der Bastarde für das Artproblem kümmerte. Schon TH. KNIGHT hatte behauptet, daß Bastarde zwischen verschiedenen „*Spezies*“ immer steril, und solche zwischen „*Varietäten*“ fertil

seien, zum Teil im Widerspruch mit HERBERT, der damals in England auf diesem Gebiete die meisten Erfahrungen hatte. Damit schien ein Kriterium gefunden, um „Species“ und „Varietäten“ auseinanderzuhalten. Mit dieser Fragestellung arbeiteten dann verschiedene bedeutende Forscher, darunter besonders französische (JORDAN, GODRON, NAUDIN), aber z. B. auch E. REGEL, bis man zur Einsicht kam, daß auch so die — eben in der Natur nicht vorhandene — Grenze nicht zu finden sei.

Die dritte Periode, in der wir noch stehen, möchte ich dadurch kennzeichnen, daß in ihr die Übertragungsweise der Eigenschaften von Generation zu Generation im Vordergrund des Interesses steht. Die experimentelle Arbeit mit theoretischem Hintergrund beginnt erst in den 90er Jahren des verfloßenen Jahrhunderts wieder lebhafter zu werden, als sich das Bedürfnis immer dringender gestaltete, die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen DARWINS, NÄGELIS, WEISMANN'S, O. HERTWIG'S, DE VRIES' und anderer an der Hand *neuer* Experimente zu prüfen. Dabei stellte sich dann um die Jahrhundertwende heraus, daß schon 35 Jahre früher eine Arbeit geleistet worden war, auf die ein völlig neuer Aufbau der Vererbungslehre ausgerichtet werden mußte. Sie stammte von einem Mann, dessen Namen zwar nicht ganz vergessen war, dessen Bedeutung aber zu seinen Lebzeiten von den Besten seiner Zeitgenossen nicht erkannt, und dessen Veröffentlichung vergessen oder, soweit das nicht zutraf, unverstanden geblieben war: GREGOR MENDEL. Er gibt selbst als Ausgangspunkt seiner Versuche gärtnerische Zwecke und die auffallende Regelmäßigkeit an, mit welcher dieselben Hybridformen immer wiederkehrten, so oft die Befruchtung zwischen gleichen Arten geschah, also das Problem der Übertragung der elterlichen Eigenschaften.

II. Das Leben GREGOR MENDELS.

Wir dürfen hoffen, daß zu dem hundertjährigen Geburtstag MENDELS eine Biographie von Professor H. ILTIS in Brünn erscheinen wird, die Frucht langjähriger Studien an der Wirkungsstelle des Gefeierten. Hier mögen über seinen Lebensgang einige Angaben folgen, die in der Hauptsache einer Gedankenkrede (nicht im Buchhandel) seines Neffen, des Dr. med. ALOIS SCHINDLER, entnommen sind. Für die Jugendzeit konnte er sich dabei auf die Erinnerungen seiner Mutter stützen, einer der beiden Schwestern MENDELS.

JOHANN MENDEL — den Namen GREGOR hat er erst bei seinem Eintritt ins Kloster erhalten, bei dem stets der Vorname verändert wird — wurde am 22. Juli 1822¹⁾ als Sohn eines Landwirts in Heinzendorf im „Kuhlande“, einem deutschen Teil des österreichischen Schlesiens, in der Gegend von Odrau, geboren. Die Familie läßt sich dort zwei Jahrhunderte, 8 Generationen, zurückver-

¹⁾ Im Kirchenbuch von Petersdorf, wo Heinzendorf eingepfarrt war, steht der 20. Juli; MENDEL selbst gab aber immer den 22. Juli (Magdalenentag) an.

folgen, und MENDEL war fast mit der ganzen Gemeinde verwandt. Bis 1692 wurde der Name in den Kirchenbüchern aber Mändel geschrieben; seine Ableitung ist unsicher (von Mandel = 15 Stück, eher von „Mandle“ = Männchen?). Der Vater war ein stiller, arbeitsamer Mann, der sich für Obstbaumschulz interessierte und den einzigen Sohn früh zum Okulieren und Pfropfen in den Garten mitnahm. Der Hang zum Studieren stammte wohl von der Mutter; ihr Bruder war der erste, nicht amtlich angestellte Lehrer in Heizen-
dorf und hatte sich seine Kenntnisse durch Selbststudium angeeignet.

Nur unter großen finanziellen Schwierigkeiten ging JOHANN MENDEL, dessen Begabung früh erkannt worden war, durch das Gymnasium in Troppau und für die letzten, „philosophischen“ Jahrgänge durch das in Olmütz, um sich — dem Wunsch seiner Mutter und wohl auch eigener Neigung folgend — dem geistlichen Stande zu widmen. Er trat 1843 als Novize in das Augustinerkloster St. Thomas in Brünn ein. Dies „Königskloster“, wie es gewöhnlich genannt wird, liegt mitten in Alt-Brünn als ein weitverzweigtes, einstöckiges Gebäude, inmitten von großen Gartenanlagen mit Gewächshäusern und Obstbaumschulen, ja sogar mit einem Wäldchen. Umschlossen von den hohen Klostermauern war es mit seiner friedlichen Stille eine ideale Stätte für das Studium. Hier wurde der in GREGOR umgetaufte JOHANN ausgebildet und 1847 zum Priester geweiht. Er war dann zunächst in der Seelsorge tätig. Das Kloster hatte aber damals auch die Verpflichtung, eine gewisse Anzahl Mittelschulprofessoren zu stellen, und so konnte der Herzenswunsch MENDELS, den Lehrerberuf auszuüben, in Erfüllung gehen: von 1851 bis 1853 durfte er, vom Kloster nach Wien geschickt, dort Naturwissenschaften studieren.

Zurückgekehrt, erhielt er zunächst eine Suppletur in Iglau und 1854 eine Lehrstelle für Physik und Naturwissenschaften an der deutschen Staatsoberschule in Brünn, die er vom Kloster aus versehen konnte. 14 Jahre lang hat er sie mit bestem Erfolg inne gehabt. Seine ausgezeichnete Lehrmethode, seine Gewissenhaftigkeit und Gerechtigkeit, gepaart mit Güte und Milde, machten ihn bei den Schülern sehr beliebt. „Er brauchte fast niemanden durchfallen zu lassen“, erzählt Herr Dr. A. SCHINDLER. In diesen 14 Jahren hat MENDEL die Versuche angestellt, bei denen er die nun nach ihm benannten Gesetzmäßigkeiten entdeckte.

Dieser stillen, bescheidenen und beschaulichen Lehr- und Forscher-tätigkeit machte der 30. März 1868 ein Ende, der Tag, an dem ihn das Vertrauen des Kapitels als Abt, „als lebenslänglichen Vorstand“ schreibt er selbst an C. NÄGELI, an die Spitze seines Stiftes stellte. Zwar spricht er in diesem Briefe die Hoffnung aus, den ihm so lieb gewordenen Bastardierungsversuchen sogar noch mehr Zeit und Aufmerksamkeit als bisher zuwenden zu können, sobald er sich nur erst in seine neue Stellung eingearbeitet habe. Es sollte aber anders kommen. Wir wissen aus den folgenden Briefen, daß er noch 1871

mit Pflanzen experimentiert hat; im Herbst 1873 klagt er aber schon, daß er seine Pflanzen und Bienen so gänzlich vernachlässigen müsse. Er hatte die Geschäftslast, die ihm sein Amt auferlegte, unterschätzt, dazu kamen weitere Ämter. So wurde er sogar vom Landtage an die Spitze der Mährischen Hypothekenbank gestellt. Vor allem aber wurde er von dem bald einsetzenden Kulturkampf schwer getroffen. Nicht daß er sich an ihm selbst irgendwie beteiligt hätte; es war eine seiner Folgeerscheinungen, die MENDELS spätere Jahre immer mehr zerstörte.

GREGOR MENDEL hatte sich der deutsch-liberalen Verfassungspartei angeschlossen und als Vertreter des Klosters mit ihr gestimmt. Aber gerade diese Partei setzte im Jahre 1872 im österreichischen Reichsrat ein Gesetz durch, das die Klöster zu einer empfindlichen, besonderen Religionssteuer heranzog, die für das Königskloster im Jahr 5000 fl. ausmachte. MENDEL, der dies Gesetz für ungerecht hielt, wehrte sich dagegen und zahlte die Steuer nicht. Im Anfang unterstützten ihn viele andere Klöster; nach und nach bröckelte aber eines nach dem anderen ab und schließlich stand MENDEL ganz allein da und fuhr fort, die Regierung mit Protesten zu überhäufen. Allen Versprechungen und Drohungen gegenüber blieb er unzugänglich, und Gewalt wollte die Regierung schließlich gegen einen so verdienten Mann doch nicht anwenden; sie half sich durch Sequestration eines dem Kloster gehörigen Gutes. So verbrachte MENDEL die letzten 12 Lebensjahre — er starb am 6. Januar 1884, also erst 62 Jahre alt, an morbus Brightii — in steigender Vereinsamung und Verbitterung, die den früher so milden, ruhigen Mann der Außenwelt, nicht seinen Vertrauten gegenüber, ganz verwandelten.

Nach seinem Tode lenkte das Kloster sofort ein, aber nur wenige Jahre später ist das Religionsgesetz, freilich von einer anderen Volksvertretung und unter einem anderen Ministerium, aufgehoben worden.

III. Die Arbeiten GREGOR MENDELS.

Von all den vielen Untersuchungen, die MENDEL ausgeführt hat, ist nur ganz wenig und an schwer zugänglicher Stelle — in den Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn — veröffentlicht worden. Wir haben von ihm zwei Mitteilungen über Bastarde. Die klassischen „Versuche“ über „Pflanzenhybriden“ vom Jahre 1866 und „über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium-Bastarde“ vom Jahre 1870, endlich „die Windhose vom 13. Oktober 1870“ aus dem Jahr 1871. Seine meteorologischen Aufzeichnungen sind von anderen benutzt worden; die Notizen über die Bastardierungsversuche gingen verloren¹⁾.

¹⁾ Die Abhandlungen über Bastarde sind von E. TSCHERMAK in OSTWALDS Klassikern herausgegeben worden, die erste auch von GÖBBEL in der Flora, Ergänzungsband 1901; alle drei hat der Naturforschende Verein in Brünn 1911 in Band 49 der Verhandlungen (Festschrift gelegentlich der Enthüllung des Mendeldenkmales in Brünn am 2. Oktober 1910) wieder veröffentlicht.

Erst durch die von mir veröffentlichten Briefe MENDELS an C. NÄGELI¹⁾ hat sich der ganze Umfang dieses Materiales deutlich gezeigt, und sind auch noch einige Tatsachen und Gedanken bekanntgeworden. So die durch Versuche mit *Melandrium* angeregte Frage, ob das Verhältnis 1 ♂ : 3 ♀ „ein bloßer Zufall sei oder dieselbe Bedeutung habe wie in der ersten Generation der Bastarde mit veränderlichen Nachkommen“. Die Briefe selbst sind in ihrem sorgfältigen, präzisen Stil und ihrer peinlich sauberen und gleichmäßig schönen Schrift ein gutes Abbild ihres Verfassers. Besonders zu bedauern ist der Verlust der Notizen über die Bastardierungsversuche mit *Bienen*, deren technische Schwierigkeiten MENDEL mit sehr großer Mühe zu überwinden suchte. Ob ihm dabei schon die hohe theoretische Bedeutung der Drohnen als „personifizierte Haplonten“, als Keimzellen, die sich ohne Befruchtung weiter entwickeln, deutlich waren?

MENDEL verdankt den Erfolg seiner Arbeit, die nach ihm genannten Vererbungsgesetze, neben seiner Veranlagung, sicher zu einem großen Teil der außerordentlich glücklichen Wahl des ersten Objektes für seine umfangreicheren Versuche, der *Erbse*. Diese Wahl, die nicht der Zufall, sondern die sorgfältigste Überlegung getroffen hatte, war aber auch durch seine Veranlagung bedingt. Infolge der fast ausnahmslos eintretenden Selbstbestäubung sind die verschiedenen Erbsensippen schon von vornherein sehr konstant, sie lassen sich leicht, auch in Töpfen, ziehen, die Blüten sind verhältnismäßig groß, vertragen das Kastrieren gut, sind leicht zu schützen und die Bastarde zwischen den verschiedenen Gartensippen sind völlig fruchtbar.

Ich sollte nun eigentlich den Inhalt der klassischen „Versuche über Pflanzenhybriden“ hier referieren, glaube aber darauf verzichten zu dürfen, da er heutzutage als MENDEL'sche „Regeln“ oder „Gesetze“ in allen biologischen Lehrbüchern dargestellt wird, so daß ich ihre Kenntnis wohl voraussetzen darf. Diese Sätze sind übrigens nicht von MENDEL selbst formuliert, sondern erst bei der Wiederentdeckung aus den Tatsachen abgeleitet worden.

Es genügt vielleicht, wenn ich auf diese Hauptergebnisse kurz hinweise. Das Allerwichtigste ist zweifellos die Vorstellung, daß die einzelnen Merkmale, durch die sich die beiden Eltern eines Bastards unterscheiden, voneinander völlig unabhängig sind. (Vollkommene oder teilweise Koppelungen von Merkmalen kamen — zum Glück, darf man wohl sagen — bei den von MENDEL studierten Merkmalen der Erbse nicht vor.) Im Bastard ohne zu verschmelzen vereinigt, trennen sie sich bei der Keimzellbildung voneinander und kombinieren sich in jeder beliebigen, vom Zufall bestimmten Weise neu. Die Merkmale zweier Eltern lassen sich, wie die Glassplitter und Perlen in einem Kaleidoskop, durcheinanderwürfeln, wobei neben neuen Bildern auch

¹⁾ Abhandl. d. K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch., math.-phys. Kl. XXIX, III 1904, G. A., Anhang.

die Bilder der Eltern wieder herauskommen müssen. Das widersprach von Grund aus den Vorstellungen, die man damals und später hatte, nach denen das Bild einer Sippe etwas *einheitlich* Veranlagtes war.

Die verschiedenen Keimzellen werden in gleichen Zahlen gebildet. Hat — im einfachsten Fall, wenn sich die Eltern nur in einem Punkte unterscheiden — das eine Elter das Merkmal A , das andere das Merkmal a zum Bastard beigesteuert, so überträgt die Hälfte der männlichen und weiblichen Keimzellen das Merkmal A , die Hälfte das Merkmal a . Daraus ergibt sich, wenn der Zufall die Keimzellen zusammenbringt, alles Weitere.

Was das Aussehen der Bastarde anbetrifft, so hebt MENDEL hervor, daß in jedem von den sieben studierten Unterscheidungspunkten der Bastard dem einen der beiden Elternmerkmale, dem, das er dominierend nannte, entweder so vollkommen gleicht, daß das andere, rezessive, verschwindet oder doch ihm so ähnlich wird, daß eine sichere Unterscheidung nicht möglich ist. Daraus hat man zunächst eine Dominanz- oder besser Prävalenzregel abgeleitet und später ein Uniformitätsgesetz. MENDEL selbst braucht in den Briefen schon das Wort „Uniformität“. Man hat dieses Gesetz neuerdings von den MENDEL'schen Gesetzen abtrennen wollen, weil es sich auf ein entwicklungsmechanisches Problem beziehe, ich sehe aber keinen rechten Grund dafür ein. Die Entwicklungsmechanik ist doch ein Teil der Vererbungslehre. Und daß es nicht überflüssig ist, weiß jeder, der die Laienvorstellungen über das Verhalten der elterlichen Merkmale kennt. Immer wieder hört man z. B. die irrige Ansicht, daß der Bastard zwischen einer weiß- und einer rotblühenden Pflanze rot und weiß gestreift blühen müsse.

Die zweite, sehr kurze Mitteilung berichtet über Bastarde zwischen *Arten* aus der Gattung *Hieracium* (Habichtskraut), die MENDEL, im vollkommenen Gegensatz zu den Bastarden zwischen den Erbsensippen, in der ersten Generation (F_1) vielförmig, in den folgenden Generationen konstant fand.

Auf die meteorologische Mitteilung über die Windhose vom 13. Oktober 1870 soll hier nicht eingegangen werden; ich kann nicht beurteilen, ob sie mehr als eine sorgfältige Darstellung gründlicher Beobachtungen ist.

IV. Die Vorläufer MENDELS.

Es interessiert natürlich, wie weit die Ergebnisse MENDELS neu waren, und wieweit er Vorgänger gehabt hat.

Erbsen bastardiert haben vor MENDEL verschiedene Forscher, vor allem KNIGHT, J. GOSS und C. FR. GÄRTNER, und dabei natürlich schon einen Teil der Tatsachen, die wir bei MENDEL finden, gesehen. Insbesondere J. Goss¹⁾ hat

¹⁾ „On the *Variation in the Colour of Peas*, occasioned by Cross Impregnation.“ In a Letter to the Secretary. By JOHN GOSS. Horticultural Society's Transactions, 1822, S. 234. Wiederabgedruckt in A. D. DARBISHIRE, *Breeding and the Mendelian Discovery*, 1911, S. 199.

bei der Kreuzung einer gelbsamigen („white“) mit einer grünsamigen („blue“) Erbse das Dominieren von Gelb, das Auftreten gelber und grüner Samen in derselben Hülse und die Konstanz der aus den grünen Samen gezogenen Pflanzen gefunden, während die aus den gelben Samen gezogenen teils konstant waren, teils wieder gelbe und grüne Samen gaben.

Das Wesentliche an MENDELS Entdeckung sind aber nicht die *einzelnen Tatsachen*, sondern ihre erklärende Verknüpfung und theoretische Auswertung. In diesem, mir allein richtig erscheinenden Sinne ist als Vorläufer — schon beinahe Mitläufer — vor allem CHARLES NAUDIN zu nennen mit seinen „Nouvelles Recherches sur l'hybridité“, die er im Dezember 1861 der Pariser Akademie überreichte, als Beantwortung einer im Januar 1860 gestellten Preisfrage. Erschienen sind sie erst 1863¹⁾, also zu einer Zeit, wo MENDEL schon jahrelang an der Arbeit und wohl auch schon mit seinen Schlüssen fertig war. MENDEL wußte auch offenbar zur Zeit seiner Veröffentlichung nichts von NAUDIN, später kannte er die „Nouvelles Recherches“, wie aus dem Briefwechsel mit NÄGELI hervorgeht. Er wollte auch *Linaria purpurea* + *vulgaris*, eines der Hauptbeispiele NAUDINS für einen Bastard mit vielformiger Nachkommenschaft, untersuchen, erhielt aber statt der *L. purpurea* die *L. striata*.

Für NAUDIN stand die Frage, ob sich Artbastarde („hybrides“) und Varietätenbastarde („métis“) an ihrem Verhalten unterscheiden ließen und so ein Kriterium in der Speziesfrage bilden könnten, im Vordergrund. Seine Preisschrift ist denn auch eine der wichtigsten Arbeiten der zweiten der eingangs unterschiedenen Epochen der Bastardforschung. NAUDIN theoretisiert aber auch über die Rückkehr der Nachkommenschaft der Bastarde zu ihren Eltern, die er unter anderm bei Stechapfel- und Petunienbastarden und bei dem Artbastard zwischen der violett blühenden *Linaria purpurea* und der gelbblühenden *Linaria vulgaris* beobachtet und genauer untersucht hatte. Solche Tatsachen waren den vorangehenden Forschern, z. B. C. FR. GÄRTNER, nicht unbekannt geblieben; neu ist bei NAUDIN ihre theoretische Auswertung. NAUDIN sucht das Verhalten durch die Trennung der beiden spezifischen Stoffe (disjonction des deux essences spécifiques) der Eltern in den Pollenkörnern und den Samenanlagen (ovules) des Bastardes zu erklären. Im Bastard sind zwei verschiedene Stoffe vereinigt (deux essences différentes, ayant chacune leur mode de végétation et leur finalité particulière), die sich wechselseitig bekämpfen und sich fortwährend voneinander zu trennen suchen. Im Embryo und in den ersten Entwicklungsstadien mögen beide auch in den kleinsten Teilchen des Bastardes (parcelle si petite, si divisée, qu'on la suppose) enthalten sein. Im ausgewachsenen Zustand stellt der Bastard aber ein Mosaik von Teilchen dar, von denen jedes ein-

¹⁾ In den Nouvelles Archives du Muséum, tome I.

heitlich entweder der einen oder der anderen Eltern-Art angehört, „unispécifique“ ist, und zwar sind beide Sorten gleich oder ungleich häufig. Zunächst für das Auge ununterscheidbar, gruppieren sie sich nach ihren Affinitäten, in dem Gleichen mit Gleichem sich vereint, zu größeren Massen, die auch dem Auge sichtbar werden können, so daß ein ganz grobes Mosaik entstehen kann. Als Beispiel wird unter anderem der *Cytisus Adami* und die Bizzarien der Orangen und Zitronen angeführt, deren wahre Natur damals und bis zur jüngsten Zeit ja unbekannt war.

Ein anderes, in die Literatur übergegangenes Beispiel beruht auf einem Irrtum; die weiß- und rotgestreift blühende *Mirabilis Jalapa*, die NAUDIN für einen Bastard der weißblühenden *M. longiflora* und einer rotblühenden *M. Jalapa* gehalten hat, ist, wie die Abbildung zeigt, reine *M. Jalapa albarubrostriata* gewesen.

Die Tendenz zur Trennung nimmt nach NAUDIN, wie wir sahen, mit dem Alter zu, um schließlich bei Pollenkörnern und Samenanlagen den höchsten Grad zu erreichen. Ein Teil der Pollenkörner des Bastardes entspricht dann ganz denen der Vaterpflanze, ein Teil denen der Mutterpflanze, bei wieder anderen ist die Trennung überhaupt nicht eingetreten oder noch unvollständig. Bei den Samenanlagen ist ganz das Gleiche der Fall. Man versteht nun, wie durch Zusammenkommen der richtigen Pollenkörner und Samenanlagen eine durchaus „legitime“ Befruchtung zustande kommen, und eine Pflanze entstehen kann, die durchaus zu dem einen oder anderen Elter zurückgekehrt ist. Ebenso leicht ist es zu verstehen, daß wieder eine wahre „fécondation croisée“ eintreten kann. So wird der in der Mitte stehende Bastard, „une forme intermédiaire“, aufs neue entstehen und es können sich weitere Zwischenstufen bilden, z. B. eine „hybride quarteron“ aus der Vereinigung einer „nicht getrennten“ Samenanlage mit einem „getrennten“ Pollenkorn. Kurz „der Zufall entscheidet allein die Formenmenge, die wir von der zweiten Generation des Bastardes ab bei den hybriden Linarien und Petunien entstehen sehen“.

Ich habe über NAUDINS Ansichten so ausführlich referiert, damit man sein Verhältnis zu MENDEL besser beurteilen kann. Wir sehen, NAUDINS „hérédité en mosaïque“ bezieht sich auf dieselben Tatsachen, die MENDEL wenige Jahre später völlig aufgeklärt hat. Die „vegetative Spaltung“ der Bastarde lieferte ihm das *Bild*, sich eine generative bei der Keimzellbildung vorzustellen, welch' letztere freilich mit der ersteren vielleicht gar nichts zu tun hat. Er war auf dem besten Wege, zu demselben Ziel zu gelangen wie MENDEL. Daß er nicht soweit kam, liegt an der Vorstellung einer einheitlichen „essence spécifique“, die, wie wir heute sagen würden, als etwas Einheitliches den ganzen Genotypus des Elters repräsentiert. Die Möglichkeit, von ihr abzukommen, hatten schon Untersuchungen von SAGERET¹⁾, einem Landsmanne

¹⁾ Ann. d. Sciences naturelles, t. VIII, 1826.

NAUDINS, gegeben. Denn dieser hatte, speziell bei den Melonen, gefunden, daß die Ähnlichkeit des Bastardes mit seinen beiden Eltern nicht auf einer engen *Verschmelzung* der verschiedenen Eigenschaften beruht, sondern mehr auf einer *Verteilung* der ganzen Merkmale, die bei Individuen, die dieselben Eltern haben, sehr ungleich ausfallen kann. Der eine Bastard kann in Punkt 1 wie das Elter *A*, in Punkt 2 wie das Elter *B* aussehen, während das andere Exemplar desselben Bastards umgekehrt in Punkt 1 das Elter *B*, in Punkt 2 das Elter *A* sein kann. SAGERET arbeitete mit Eltern, die selbst schon inkonstante Bastarde waren, mit Heterozygoten, und kam so zu der Vorstellung einer verschiedenen Kombination der Merkmale und somit zu der ihrer Kombinierbarkeit überhaupt. Insoweit können wir auch SAGERET als einen Vorläufer MENDELS ansehen.

Solche Neukombinationen, z. B. eine konstante Sippe *AA BB*, entstanden aus den Eltern *AA bb* und *aa BB*, konnte NAUDIN vor allem mit seiner Theorie nicht erklären. Und dann fehlt auch die *saubere* Spaltung, die MENDEL aus den Zahlenverhältnissen ableiten konnte, auf die NAUDIN nicht einging. Der Preisfrage entsprechend beschäftigte sich NAUDIN besonders mit Bastarden zwischen guten Arten und verfolgte gerade die einfachsten nicht eingehend genug. Dahin gehört z. B. der zwischen den zwei Stechapfelsippen, *Datura Tatula* und *D. Stramonium*, die sich nur durch das Vorhandensein (*Tatula*) oder Fehlen (*Stramonium*) des violetten Farbstoffes (Anthocyan) in Blüten und Stengeln unterscheiden, aber als „*Arten*“ galten, weil LINNÉ sie einmal so angesehen hatte. NAUDIN, der ihr gegenseitiges Verhalten richtig erkannte, sah *Tatula* im Bastard dominieren, und in der zweiten Generation wieder die Eltern auftreten, und zwar sehr viel mehr *Tatula* als *Stramonium*, ohne damit mehr anzufangen.

V. Das Schicksal der Hauptarbeit MENDELS.

Immer wieder wird die Frage aufgeworfen werden, warum MENDELS grundlegende Abhandlung bei ihrem Erscheinen so gut wie unbeachtet blieb und es weitere 35 Jahre bleiben konnte.

Gewiß ist der *Ort* der Veröffentlichung mit daran schuld. Wenn auch, wie LITIS angibt, die Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn auf dem Tauschwege in die Bibliotheken von 120 anderen Vereinen mit ähnlichen Tendenzen gekommen sind — eine Arbeit, die nicht sofort genügende Beachtung findet, und deren Inhalt nicht gleich in die Literatur aufgenommen wird, ist natürlich an einem solchen Publikationsort vergraben, viel mehr, als wenn sie in einer Fachzeitschrift oder selbständig erschienen wäre.

Auch an der *Form* der Veröffentlichung mag es etwas gelegen haben. Gewiß ist sie in ihrer Klarheit und Prägnanz mustergültig. Aber NÄGELI hat doch wohl mit einer gewissen Berechtigung an MENDEL geschrieben, die über-

sandte Arbeit sei wohl nur der Vorläufer einer ausführlicheren mit allen Details der Versuche. Denn es ist nicht zu vergessen, wie völlig neu besonders seine Anschauung über das Zustandekommen des Gesamtbildes eines Individuums aus lauter selbständig vererbten Einzelzügen war. In einem solchen Falle, wenn die Ergebnisse derart im Gegensatz zu den Vorstellungen der Zeit standen, wäre eine wiederholte, ausführliche Darstellung gewiß nicht überflüssig gewesen, besonders wenn MENDEL auch noch bestätigendes Material von anderen Pflanzen vorgelegt hätte. Imstande dazu wäre er gewesen. Wenn wir auch, vor allem durch die Briefe an NÄGELI, wissen, daß er sehr zahlreiche *Artbastarde* (zwischen Arten von *Aquilegia*, *Cirsium*, *Geum*, *Linaria* usw.) gezogen hat, die für die Bestätigung der bei den Erbsen gefundenen einfachen Ergebnisse sicher im allgemeinen ungünstig waren, so hätte sich z. B. ein Teil der Versuche mit Levkojen, mit Mais und *Mirabilis* dazu geeignet. Schrieb doch MENDEL 1870, daß sich diese Bastarde genau so wie jene zwischen Erbsensippen verhielten. Sicher wissen wir aber nur aus der Hauptarbeit einen Punkt, in dem er über das, was wir jetzt „Mendeln“ nennen, hinausgekommen ist, in dem er die Blütenfarbe bei der Feuerbohne aus zwei oder mehreren ganz selbständigen Farben zusammengesetzt sein läßt, die sich einzeln ganz ebenso verhalten, wie jedes andere konstante Merkmal an der Pflanze.

Warum hat wohl MENDEL nicht mehr veröffentlicht?

Wahrscheinlich haben die Ergebnisse der Bastardierungsversuche mit *Hieracium*-arten, die den bei den Erbsen erhaltenen diametral entgegengesetzt ausgefallen waren — Vielförmigkeit in der ersten, Konstanz in den folgenden Generationen —, MENDEL selbst davon abgehalten, dem bei den Erbsen gefundenen Verhalten jene allgemeine Gültigkeit zuzuschreiben, die wir jetzt annehmen, und mit allem Nachdruck dafür einzutreten. Mit dem Ausfall der *Hieracium*-Bastardierungen stimmten ja auch die Literaturangaben, so die von WICHURA für Weiden, überein. Zudem machten ihm auch die komplizierteren Spaltungserscheinungen Schwierigkeiten. Mit den Farben der Levkojen ist er offenbar nie ganz ins Reine gekommen; die in Aussicht gestellte briefliche Darstellung der Ergebnisse für NÄGELI ist unterblieben.

Bei seinen Bastardstudien hat MENDEL vielleicht das gleiche Schicksal gehabt, wie fast hundert Jahre vor ihm KOELREUTER, der nach den ersten, theoretisch voll ausgewerteten Versuchen immer sparsamer mit allgemeinen Ergebnissen wird und sich schließlich auf eine reine Beschreibung der erzielten Bastarde, ohne jede theoretische Verarbeitung beschränkt. Damit hätte sich MENDEL nicht zufrieden gegeben; er wollte die Ergebnisse, z. B. für die Levkojen, so sicher haben und so klar und scharf formulieren, wie es ihm bei den Erbsenbastarden gelungen war. Dies ungleich viel schwierigere Ziel — es hat vierzig Jahre später bei viel weiter fortgeschrittenen physiologischen

Kenntnissen wohl noch genug Arbeit gekostet — hat er in keiner *ihn* befriedigenden Weise erreicht, und so unterblieben weitere Publikationen.

Wir hören, daß MENDEL sich bis zuletzt intensiv mit meteorologischen Beobachtungen beschäftigt hat, deren Beginn bis in die erfolgreichen Jahre seiner Bastardierungen zurückreicht. Die letzten eigenhändigen Eintragungen in sein Journal gehen bis zum 31. Dezember 1883, also bis sechs Tage vor seinem Tode. Er hat, angeregt durch PETTENKOFERS Untersuchungen, im Konventsbrunnen des Stiftes 16 Jahre lang den Stand des Grundwassers gemessen. Auch astronomische Beobachtungen am eigenen Fernrohr beschäftigten ihn in der späteren Zeit. Daß er seine Mußezeit auf diese Dinge und Gebiete verwandte, auf denen er doch wohl nur als Dilettant arbeiten konnte, zeigt, daß er nicht allein aus Zeitmangel nichts mehr über seine Vererbungsversuche veröffentlichte. An diesem Sich-Abwenden war nach MENDEL's ganzer Veranlagung nicht die mangelnde äußere Anerkennung schuld, sondern eher eine Ermüdung im Ringen mit den immer komplizierter werdenden Problemen, wobei die Aufregungen seines Kampfes mit der Regierung mitwirkten, die ihn immer weniger zur inneren Ruhe und Sammlung kommen ließen.

Doch kehren wir von der Frage, warum MENDEL nicht mehr veröffentlicht hat, zu der anderen zurück, warum das Veröffentlichte so wenig gewirkt hat.

Wir wissen, daß mehrere Gelehrte von der grundlegenden Abhandlung Kenntnis hatten. So A. VON KERNER (nach einer Bemerkung KRONFELDS) und C. NÄGELI, ohne sie in ihrer Bedeutung zu erkennen und auszunutzen. KERNER, der seine Aufmerksamkeit vor allem auf die Frage der Artbildung aus Bastarden gerichtet hatte, schienen vielleicht die Ergebnisse nicht tragfähig, weil sie an *Gartenrassen* gewonnen worden waren. C. NÄGELI wäre, seiner ganzen Veranlagung nach, wie kein zweiter Zeitgenosse MENDELS dazu berufen gewesen, die neuen Tatsachen zu würdigen und auf ihnen weiter zu bauen. Kurz vor dem Erscheinen der ersten Arbeit MENDELS hatte er sich die Mühe genommen, zum ersten Mal aus den vorliegenden Beobachtungen, vor allem denen KOELREUTERS und GÄRTNERS, allgemeine Schlüsse zu ziehen, und hatte der Akademie in München drei Abhandlungen darüber vorgelegt (15. Dez. 1865: Die Bastardbildung im Pflanzenreich, 13. Jan. 1866: Über die abgeleiteten Pflanzenbastarde, und am gleichen Tag: Die Theorie der Bastardbildung; zusammen abgedruckt im zweiten Bande der Botanischen Mitteilungen). Bis zu FOCKES „Pflanzenmischlingen“ und darüber hinaus sind sie die Quelle für die Darstellung der Pflanzenbastarde in den Lehrbüchern geblieben. Das allgemeine theoretische Interesse war also bei ihm vorhanden, und seine Geistesrichtung, wie bei MENDEL, auf eine scharfe, womöglich mathematische Formulierung des Gefundenen eingestellt. NÄGELI hat auch MENDELS *Hieracium*versuche mit Material und Ratschlägen zu fördern gesucht, wie wir aus

seinen Briefen wissen. Warum hat er, nach einem schwachen Anlauf (er hat 1867 eine Anzahl Erbsenproben, die ihm MENDEL gesandt hatte, aussäen lassen), die Anregung liegen lassen, die er durch die Hauptarbeit empfangen hatte?

Offenbar zum Teil eben auch, weil die *Hieracium*bastarde sich so ganz anders verhielten als die Erbsenbastarde, und NÄGELI'S Interesse in erster Linie auf die Artbildungsfrage gerichtet war. Für diese schien ihm die Gattung *Hieracium*, diese systematisch schwierigste aller Blütenpflanzengattungen, besonders wichtig. Er hatte sich seit seiner Studienzeit mit ihr beschäftigt — schon 1846 war eine Untersuchung über die Untergattung *Pilosella* erschienen —, und um 1865 herum war sein Interesse daran wieder besonders stark geworden. Kein Wunder, daß ihn die *Hieracium*bastarde MENDEL'S mehr als die Erbsenbastarde fesselten.

Es war ein besonderes Mißgeschick, das MENDEL (und NÄGELI) sich so intensiv mit dieser Gattung beschäftigen ließ. So überaus glücklich der erste Griff MENDEL'S bei den Erbsen war, so unglücklich war der zweite. Wir wissen ja jetzt durch die Untersuchungen RAUNKIAERS und OSTENFELDS [die aber erst drei Jahre nach der Wiederentdeckung MENDEL'S erschienen¹⁾], warum MENDEL die Nachkommenschaft seiner Bastarde hier völlig konstant fand: Die Sämlinge entstanden auf ungeschlechtlichem Wege aus Eizellen, die die Reduktionsteilung nicht durchgemacht hatten, und verhielten sich deshalb wie Ableger, die die Mutterpflanze genau wieder hervorbringen. Der Blütenstaub bleibt dabei tauglich. Manche Arten sind *durchgängig* apogam; bei diesen blieben alle Bemühungen MENDEL'S, sie mit dem Pollen fremder Arten zu befruchten, selbstverständlich ergebnislos. Andere bringen neben apogamen Eizellen auch befruchtungsfähige hervor. Hier konnte MENDEL freilich nur mit außerordentlicher Mühe und indem er sich die Augen fast verdarb, einige Bastarde erhalten. Wieder andere sind ganz normal, so das von MENDEL verwendete *Hieracium Auricula*, seine „beste“ Versuchspflanze. Da es, soweit meine Erfahrungen reichen, selbststeril ist, hätte MENDEL hier die Blütenchen gar nicht zu kastrieren gebraucht; er hat dadurch wohl nur die Zahl der gelingenden Bastardierungen herabgesetzt. Bei den so mühselig erzielten Bastarden trat dann, wenn MENDEL Selbstbefruchtung und Spalten erwartete, apogame Embryobildung und damit eine konstante Nachkommenschaft auf.

Daß MENDEL (und NÄGELI) nicht an eine ungeschlechtliche Entstehung der Sämlinge dachten, kann uns nicht wundernehmen. Einmal war damals Apogamie, als „Parthenogenese“, wenigstens bei Blütenpflanzen nur in Einzelfällen und für getrenntgeschlechtige Arten angegeben, und diese Fälle wurden,

¹⁾ Kasterings forsøg med *Hieracium* og andre Cichoriceae. Botanisk Tidsskrift, 25. Band, 3 Hefte, 1903, und: Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XXII.

zum Teil mit Recht, auf ihre Richtigkeit bestritten. Vor allem aber mußten bei der Kleinheit und dem Bau der Blütchen, die in einem Blütenköpfchen des Habichtskrautes zusammengedrängt stehen, immer alle Versuche, durch Entfernung der Antheren zu kastrieren — wie es MENDEL getan hat —, unsicher erscheinen. RAUNKIAER und OSTENFELD haben denn auch auf die Kastration in gewöhnlicher Weise ganz verzichtet und die Köpfchen vor dem Aufblühen einfach mit dem Rasiermesser so durchgeschnitten, daß der obere Teil der Griffel mit den Narben und die Antheren auf einmal allen Blüten weggenommen wurden. So behandelte Köpfchen setzten dann trotz der Schwere des Eingriffes gut an. Bei einem größeren, leichter zu behandelnden Objekt hätte MENDEL das Mißlingen der Versuche gewiß nicht immer wieder auf Kastrationsfehler geschoben.

Der Hauptgrund für die Wirkungslosigkeit von MENDELS Arbeit bei NÄGELI und den übrigen Forschern, die sich gleichzeitig für solche Fragen interessierten, lag aber, wie schon bemerkt, wohl an der völligen Neuheit der Vorstellung, daß nicht das Gesamtbild des Individuums, sondern seine Einzelzüge getrennt vererbt würden. Das geht aus den Notizen, die sich NÄGELI über sein erstes (Antwort-) Schreiben an MENDEL gemacht hat, klar hervor. Und als er dann fast 20 Jahre später (1884) selbst in der „mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre“, vor DE VRIES' Pangenesis, die Ansicht vertrat, daß die Vererbung nicht durch Repräsentanten der einzelnen *Zellen*, wie es die Pangene DARWINS waren, sondern durch Repräsentanten der einzelnen *Eigenschaften* im Idioplasma erfolge, war ihm der Inhalt von MENDELS Erbsenarbeit offenbar wieder völlig aus dem Gedächtnis verschwunden. Er hätte sich sonst dieses ausgezeichnete Beweismaterial nicht entgehen lassen.

Nebenher mögen wohl auch die gelehrten Herren in MENDEL etwas den Dilettanten gesehen und ihn deshalb nicht ernst genug genommen haben. Von *ihrem* Standpunkt aus nicht so *ganz* mit Unrecht. Es soll nicht verschwiegen werden, daß sich in der sonst klassischen ersten Abhandlung ein *morphologischer* Irrtum findet, der auch entwicklungsphysiologische Konsequenzen hat und auch damals nicht hätte vorkommen dürfen¹⁾. Uns stört das bei der Bedeutung der Arbeit nicht mehr.

VI. Die Wiederentdeckung der MENDEL'schen Gesetze.

Über die experimentelle Arbeit in der Zeit nach MENDEL, die an Theorien so fruchtbar war, können wir hinweggehen. Außer vorzüglicher praktischer Züchterarbeit hat sie nur in A. MILLARDET und F. HILDEBRAND Experimen-

¹⁾ MENDEL spricht vom „Albumen“ der Erbsensamen, also einem *außerhalb* des Embryos liegenden (bei der Erbse fehlenden) Nährgewebe, wo er von den Keimblättern des Embryo selbst hätte reden sollen.

tatoren größeren Stiles hervorgebracht. Besonders letzterer machte sich durch die Heranziehung auch der anatomischen Merkmale verdient, untersuchte aber fast immer nur die erste Bastardgeneration.

Erst zu Anfang der 90er Jahre zeigte sich wieder ein Anlauf, das, was MENDEL gefunden hatte, aufs neue zu entdecken, diesmal bei einem Zoologen. 1893 berichtete W. HAACKE in seinem Buche „Gestaltung und Vererbung“ auch über das Endergebnis umfangreicher Bastardierungsversuche mit gescheckten japanischen Tanzmäusen und normalen weißen Mäusen, freilich sehr summarisch und ohne Zahlenangaben. Wir wissen jetzt, vor allem durch DARBISHIRE, daß es sich um mendelnde Eigenschaften handelt. Er erklärt die Tatsachen, offenbar ohne Kenntnis MENDELS, so, daß sich bei der Keimzellbildung, während der Reduktionsteilung, die beiden verschiedenen „Plasmen“ P und P' , die bei der Bastardbefruchtung zusammengelassen waren, wieder voneinander trennen und in verschiedene Keimzellen gehen, und ebenso, davon ganz unabhängig, die beiden „Kernstoffe“ K und K' . Die Färbung der Mäuse ist an die Kernstoffe gebunden: K gescheckt, K' weiß, die übrigen Eigenschaften, darunter die des Tanzens (P) und des Nichttanzens (P') an das Plasma. Jedes Bastardmännchen und -weibchen bildet nach Haacke viererlei Keimzellen: PK , PK' , $P'K$, $P'K'$, so daß in der nächsten Generation neuerlei Individuen: PP , KK ; PP , KK' ; PP , $K'K'$ usw. entstehen. „Die Trennung ist, wie es scheint, in manchen Fällen eine völlige, so daß die Plasmen und die Kernstoffe, abgesehen von den mehr oder minder weitgehenden, aber niemals vollkommenen Ausgleichungen ihrer Eigenschaften, ebenso rein aus der Vereinigung hervorgehen, als sie in diese hineingegangen sind.“

Man sieht, für diesen Fall hat HAACKE fast ganz das MENDELSchema für zwei Merkmalspaare aufgestellt. Er ist jedenfalls MENDEL am nächsten gekommen, noch näher als NAUDIN, hat sich aber dadurch, daß er die Anlagen für die einen Merkmale in den Kern, die für die anderen in das Plasma verlegte und Kern und Plasma als Einheiten auffaßte, die Möglichkeit einer Verallgemeinerung abgeschnitten. Das Verhalten des Bastardes, dessen Eltern sich in *einem* Punkt unterscheiden, läßt sich natürlich gut erklären; die Eltern stimmen im Plasma oder im Kernstoff überein. Schon drei voneinander unabhängige Merkmalspaare fügen sich aber nicht. Die Auffassung HAACKE'S hängt mit seiner „Gemmarien“-lehre zusammen; diese Gemmarien, die Individuen, die das Eiplasma aufbauen und selbst sich wieder aus „Gemmen“ zusammensetzen, zeigen nach ihm ein festes Gefüge. Ein Kompromiß mit den Anschauungen WEISMANN'S, gegen die das ganze Buch gerichtet ist, hätte HAACKE weiter geführt.

Zu Anfang des Jahres 1900 erschienen endlich kurz hintereinander aus den Federn dreier Botaniker Arbeiten, die eine experimentelle Bestätigung der vergessenen Beobachtungen MENDELS, gleich mit Hinweis auf ihn, brachten.

Zuerst kam H. DE VRIES mit einer Mitteilung in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft „Das Spaltungsgesetz der Bastarde“, eingegangen am 14. März, und einer zweiten an die Akademie in Paris gerichteten vom 26. März „Sur la loi de disjonction des Hybrides“. Diese zweite erschien etwas vor der ersten und veranlaßte mich, ebenfalls der Deutschen Botanischen Gesellschaft über meine einschlägigen Versuche zu berichten: „GREGOR MENDELS Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde“, eingegangen am 24. April, nachdem ich schon in meinem vorläufigen Bericht über die Xenien bei *Zea Mays* an der gleichen Stelle (22. Dez. 1899) mitgeteilt hatte, daß ich bei den Bastarden zwischen Maisrassen „sehr interessante, aber auch sehr komplizierte Verhältnisse“ gefunden hätte. Für die Junisitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft sandte dann als Dritter E. TSCHERMAK eine Mitteilung „Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*“ ein (eingegangen 2. Juni).

Das Zusammentreffen der drei Arbeiten in einer kurzen Spanne Zeit ist wohl nicht so merkwürdig, wie es auf den ersten Blick erscheint. Wie ich schon eingangs gesagt habe, waren allmählich neue experimentelle Vererbungs- und Bastardierungsversuche zu einem dringenden Bedürfnis geworden, um die Ergebnisse der theoretischen Arbeit so vieler hervorragender Forscher im letzten Drittel des Jahrhunderts nachzuprüfen. Kein Wunder, daß sie von mehreren Seiten her und ganz unabhängig voneinander in Angriff genommen wurden. Und die erste Veröffentlichung zog dann die andern nach sich, jeder gab, wieviel er damals hatte. Auch die selbständige Auffindung der Gesetze selbst war damals bei weitem nicht mehr die Leistung, die sie zu MENDELS Zeit war; die theoretische Arbeit so vieler Forscher und die zytologischen Untersuchungen HERTWIGS, STRASBURGERS und anderer hatten sie inzwischen außerordentlich erleichtert. Ich erinnere nur an die Vorgänge bei der Befruchtung, an die gewöhnliche Kernteilung und die Reduktionsteilung, alles Dinge, von denen MENDEL noch keine Ahnung haben konnte.

Ich war durch Versuche über die Xenienbildung auf das Verhalten der Bastarde bei Mais- und Erbsenrassen aufmerksam geworden. Die Untersuchungen konnten aber nur langsam, gewissermaßen als Allotria, durch Jahre neben anderen Arbeiten fortgeführt werden, so daß ich schon in der ersten Mitteilung für *Pisum sativum* einen Stammbaum bis zur vierten Bastardgeneration einschließlich vorlegen konnte. Ich war bald auf das Auszählen und dann auch auf die richtige Erklärung gekommen; erst als ich die Literatur durchsah, fand ich, daß meine Ergebnisse nicht neu waren. FOCKE sagt bei *Pisum* in seinen „Pflanzenmischlingen“ (1881) nämlich, daß MENDELS zahlreiche Erbsenkreuzungen Resultate ergaben, die denen KNIGHTS ganz ähnlich waren, „doch glaubte MENDEL konstante Zahlenverhältnisse zwischen den Typen der Mischlinge zu finden“. Und DE VRIES und TSCHERMAK ist es nicht anders gegangen; DE VRIES speziell hat im Vortrag, den er am 11. Juli

1899 auf der ersten „Hybrid-Conference“ in London über „Hybridising of Monstrosities“ hielt [und der erst im April 1900 erschien¹⁾], den Bastard zwischen dem kahlen *Melandrium album glabrum* (*M. Preslii* OPIZ) und der typisch behaarten Sippe des *Melandrium rubrum*, der hinsichtlich der Behaarung typisch mendelt, noch ganz ohne die präzise MENDEL'sche Formulierung beschrieben.

Die drei oben genannten Arbeiten können hier nicht im einzelnen analysiert und kritisiert werden. Meine eigene krankt daran, daß ich, wie schon ihr Titel zeigt, die Regeln auf die *Rassenbastarde* beschränkte. Es geschah das natürlich unter dem Eindruck der mir damals schon bekannten Ergebnisse von MENDELS Bastardierungsversuchen mit Habichtskrautarten, die damals ja noch nicht aufgeklärt waren.

1900 war die Zeit für MENDEL gekommen, mehr, als er selbst ahnen konnte, wenn er sich auch des Wertes seiner Versuche bewußt war und an ihre Zukunft glaubte. Freilich erfolgte die *allgemeine* Anerkennung auch dann nicht sehr rasch und nicht ohne Reibung. Man braucht sich zum Beispiel nur an den Kampf zu erinnern, den BATESON in England jahrelang für MENDEL zu führen hatte. Es ist aber nicht meine Aufgabe, das Schicksal der MENDEL'schen Gesetze über den Zeitpunkt der Wiederentdeckung zu verfolgen.

War es ein Unglück, daß MENDELS Arbeit nicht sofort wirkte, und daß sie so lange vergessen blieb? Für die *Wissenschaft* sicher, obwohl es sich schwer vorstellen läßt, wie sich die theoretische Seite ohne die viel später gemähten Fortschritte auf histologischem und physiologischem Gebiete weiter entwickelt hätte. Der Vorgänge bei der Befruchtung und der ganzen Lehre vom Kern habe ich schon gedacht; man denke aber auch zum Beispiel an die chemisch-physiologischen Vorgänge bei der Farbstoffbildung. Für MENDELS *Ruhm* war die Distanz, die er dadurch vor seinen Nachfolgern erhielt, nur günstig. Wäre seine Arbeit in ihrer grundlegenden Bedeutung sofort erkannt worden, hätte sie gleich den Anstoß zu einer Forschertätigkeit gegeben, die auch nur einen kleinen Bruchteil derjenigen darstellte, die nach 1900 entstanden ist, wir würden jetzt kaum von „MENDEL'schen Gesetzen“ und von „mendelnden“ Bastarden reden. — Wenn wir MENDEL bedauern, sollte es nicht wegen der jahrzehntelangen Vernachlässigung geschehen, sondern wegen des Streites um die Religionssteuer, die ihm seine letzten zwölf Lebensjahre immer mehr verbitterte und ihn in seiner wissenschaftlichen Arbeit hemmte. MENDEL hat uns in seinen „Versuchen über Pflanzenhybriden“ ein Werkzeug in die Hand gedrückt, das wir dem Hebel des *Archimedes* vergleichen können; leider hat er nicht mit der leidenschaftslosen Forscherruhe des großen Griechen in seinem Problem aufgehen können.

¹⁾ Journal Royal Horticultural Society Vol. XXIV, S. 69.

57. Alkohol und Zahlenverhältnis der Geschlechter bei einer getrenntgeschlechtigen Pflanze (*Melandrium*).

Die Naturwissenschaften Jg. 10, H. 49, S. 1049—1052, 1922.

In einer Abhandlung, die 1921 in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie erschienen ist¹⁾, zeigte A. BLUHM in einwandfreier Weise, daß man bei weißen Mäusen durch Alkoholisierung der Männchen die Zahl der männlichen Jungen erheblich steigern kann. Bei den Kontrollwürfen waren 44,24% Männchen gefunden worden, nachdem die Böcke mit Alkohol behandelt worden waren, dagegen 54,76%. Als ihnen dann der Alkohol wieder entzogen worden war, sank die Prozentzahl der männlichen Jungen auf die ursprüngliche Größe resp. blieb, wohl nur zufällig, etwas darüber.

Solche Versuche, durch äußere Eingriffe das Geschlechtsverhältnis zu verändern, waren bei Tieren und Pflanzen schon oft gemacht worden. Seitdem wir den Modus der Geschlechtsbestimmung kennen und wissen, daß eines der Geschlechter zweierlei verschiedenartige Keimzellen hervorbringt — nämlich männchen- und weibchenbestimmende oder -bestimmte —, war die Aussicht des Gelingens und der Erklärung gesteigert, besonders als (bei *Melandrium*) durch Variieren der Pollenmenge bei der Bestäubung der experimentelle Beweis geglückt war dafür, daß die beiderlei Keimzellen ein verschiedenes physiologisches Verhalten zeigen können²⁾. Von schädigenden Einflüssen war zum Beispiel (wieder bei *Melandrium*) das Alternlassen des Blütenstaubes erkannt, das eine Zunahme der männlichen Nachkommen bedingt. Es war aber schon lange meine Absicht gewesen, auch einen einfachen chemischen Eingriff bei den Pollenkörnern zu studieren und zuzusehen, ob sich auch auf diese Weise das Zahlenverhältnis der Geschlechter verschieben ließe. Die

¹⁾ BLUHM, AGNES, Über einen Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses bei Säugetieren. Sitzb. d. Preuß. Akad. d. Wissenschaften, Sitzg. v. 7. Juli 1921. Ferner: Alkohol und Nachkommenschaft. Sammelreferat in der Zeitschr. f. indukt. Abstamm.- und Vererb.-Lehre Bd. XXVIII, S. 75 (1922). Dort auch eine kritische Besprechung der einschlägigen Angaben früherer Forscher.

²⁾ Eine Zusammenfassung der bisher bei *Melandrium* gefundenen Tatsachen in der *Hereditas*: Versuche, bei Pflanzen das Geschlechtsverhältnis zu verschieben, Bd. II, 1921, G. A. 52, 1188. Lund. Über die ersten Versuche habe ich selbst in dieser Zeitschrift referiert (Die Konkurrenz der männlichen um die weiblichen Keimzellen und das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter, 1918, S. 277).

positiven Ergebnisse von A. BLUHM veranlaßten mich, den Alkohol dafür zu wählen, obwohl E. STRASBURGER¹⁾ früher einmal (in viel zu kleinen Versuchen) damit gar kein Resultat erhalten hatte.

Verwendet wurden vier Weibchen und ein Männchen. Die reifen, ganz frisch aufgesprungenen Staubbeutel wurden teils direkt zu Kontrollbestäubungen benutzt, teils in offenen Petrischalen in Exsikkatoren über 94 prozentigen Alkohol gebracht. Für jede Einwirkungsdauer war ein besonderes Gefäß vorbereitet. Nach bestimmten Zeitabschnitten, zwischen 30 und 120 Minuten, wurden die Schalen herausgenommen, und der Pollen gleich zu Bestäubungen verwendet. Nach 30 Minuten erhielt ich stets Fruchtansatz, ganz ausnahmsweise noch nach 80 Minuten. Im übrigen verhielt sich der Pollen bei den einzelnen Bestäubungen und an verschiedenen Tagen sehr ungleich; ja, Pollen vom selben Tage und aus der gleichen Schale, also ganz gleich behandelt, konnte die einen Blüten befruchten, die anderen nicht. Ich glaube das darauf zurückführen zu dürfen, daß der Blütenstaub, der nicht fest zusammenhält, aber auch nicht lose pulverig ist, bald dichtere, bald lockerere, größere und kleinere Flocken bildet, bei denen die peripherisch gelegenen Körner die tieferliegenden mehr oder weniger lange schützen können. Eine gleitende Abstufung der Alkoholwirkung, wie sie mir vorgeschwebt hatte, war nicht zu erreichen.

Bei den Kontrollbestäubungen wurde einerseits der Inhalt einer ganzen Anthere verwendet, also ein starker Überschuß, durch den eine ziemlich scharfe Konkurrenz zwischen den männchenbestimmenden und weibchenbestimmenden Pollenkörnern um die Samenanlagen gegeben war, andererseits so wenig Pollen, daß die Konkurrenz aufgehoben war. Von dem Pollen, der mit Alkoholdämpfen behandelt worden war, wurde mehr, aber doch nur soviel gebraucht, daß die Konkurrenz keine oder doch keine wesentliche Rolle mehr spielen konnte.

Die Ernte konnte nur zum Teil ausgesät werden. Die Sämlinge blühten fast alle im ersten Jahre, so daß die mitzuteilenden Ergebnisse definitiv sind. Irgendwelche *auffallende* Unterschiede in der Keimung oder im Aussehen der Nachkommen, je nachdem der Pollen den Alkoholdämpfen ausgesetzt gewesen war oder nicht, waren nicht zu erkennen. Dagegen zeigte sich, wie die Tabelle beweist, ein sehr deutlicher Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis.

In der Tabelle folgt auf die Versuchspflanze die Zahl der Kapseln, deren Samen ausgesät wurden, dann die durchschnittliche Zahl der Samen in einer Kapsel, wobei die sicher guten und die fraglichen zusammengerechnet, die sicher tauben aber mit dem + -Zeichen getrennt aufgeführt sind. Hierauf kommt die Zahl der Sämlinge, die zum Blühen gekommen ist (n), endlich die

¹⁾ STRASBURGER, E., Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Centralbl. Bd. XX, S. 764 (1900).

A. Kontrolle.

♀	I. 1 Anthere				II. Pollenspuren				Differenz II - I (% ♂)
	Zahl der Kaps.	mittlere Sa.-Zahl pro Kaps.	n	% ♂	Zahl der Kaps.	mittlere Sa.-Zahl pro Kaps.	n	% ♂	
1182	3	310 + 19	685	7,6	8	88 + 2	515	25,4	+17,8
1214	2	304 + 3	541	8,5	6	114 + 3	688	23,6	+15,1
1246	3	232 + 1	638	8,6	8	77 + 1	545	16,3	+ 7,7
zus.			1864	8,21 ± 0,64			1748	21,85 + 0,99	+ 13,64 ± 1,18
1170					4	86 + 1	284	18,3	

B. Alkoholdämpfe.

	III. 30 Minuten				IV. 40 Minuten				V. 60 Minuten				IV + V		Differenz (IV+V)-II (% ♂)
	Zahl d. Kaps.	mittl. Sa.-Zahl p. Kaps.	n	% ♂	Zahl d. Kaps.	mittl. Sa.-Zahl p. Kaps.	n	% ♂	Zahl d. Kaps.	mittl. Sa.-Zahl p. Kaps.	n	% ♂	n	% ♂	
1182	3	264 + 7	552	25,9	3	52 + 0	131	38,2	3	108 + 0	237	43,0	368	41,3	15,9
1214	2	289 + 8	540 ¹⁾	18,3	2	46 + 2	87	36,8	2	107 + 1	204	32,5	291	33,7	10,1
1246	3	246 + 3	666	21,6	3	37 + 1	101	38,6	3	57 + 0	164	36,6	265	37,4	21,1
zus.			1758	21,96 + 0,99			319	37,93 ± 2,72			605	37,69 ± 1,97	924	37,77 + 1,59	15,92 ± 1,72
1170									VI. 80 Min. 4	75 + 1	262	28,2			9,9

Prozentzahl männlicher Pflanzen. Das Weibchen 1170, von dessen Ernte besonders wenig ausgesät wurde, ist getrennt aufgeführt.

Der Zufall hatte mir ein Männchen in die Hand gespielt, das besonders viel Weibchen gab, stark „*thelygon*“ war, eine Erscheinung, auf die ich an dieser Stelle nicht eingehen kann. Die Folge davon war, daß bei den Kontrollversuchen, selbst nach Ausschluß der sehr wirksamen Konkurrenz, das („proximale“) Geschlechtsverhältnis²⁾ noch sehr stark von dem mechanischen 1 : 1

¹⁾ Dazu ein Zwitter.

²⁾ Ich nenne der Kürze halber das Zahlenverhältnis der Geschlechter, das man nach völligem Ausschluß der Konkurrenz unter den Keimzellen erhält, das *proximale*, weil es dem mechanischen Verhältnis 1 : 1 am nächsten liegt, und das Verhältnis, das sich bei möglichst starker Konkurrenz einstellt, das *distale*, weil es sich vom mechanischen am weitesten entfernt.

abwich. Es gab nur zwischen 16,3 und 25,4% Männchen, während sich nach der nicht einmal besonders scharfen Konkurrenz (bei einem noch nicht „distalen“ Geschlechtsverhältnis) sogar nur zwischen 7 und 9% Männchen fanden, also etwa die Hälfte oder ein Drittel. Für alle Versuche zusammen macht die Differenz 13,64% aus. Ihr mittlerer Fehler m ist $\pm 1,18$; sie ist also etwa 12 mal größer.

Die Tabelle zeigt ferner, daß nach längerer Wirkung der Alkoholdämpfe (40, 60 und 80 Minuten) die Zahl der befruchteten Samenanlagen, und damit die Zahl der noch befruchtungstauglichen Pollenkörner stark herabgesetzt ist. Obwohl eine genaue Dosierung nicht möglich ist, wurde immer doch, wie schon gesagt, annähernd gleichviel Alkoholpollen verwendet.

Nach einer Einwirkung von 30 Minuten wurden noch nahezu ebensoviel Samenanlagen befruchtet wie bei reichlicher Bestäubung, nach 40 und 60 Minuten nur noch ein Drittel bis ein Sechstel. Auf das Verhältnis gute + fragliche Samen : tauben Samen hat die Behandlung — wider Erwarten — keinen deutlichen Einfluß gehabt.

Um so auffälliger ist die Wirkung der Alkoholdämpfe auf das Geschlechtsverhältnis. Wir haben hier offenbar zweierlei auseinander zu halten.

Zunächst muß der Alkohol schon dadurch, daß er die Pollenkörner nach und nach abtötet oder doch untauglich macht, dahin wirken, daß, gegenüber der Kontrollbestäubung mit gleichviel frischen Körnern, die relative Zahl der männlichen Nachkommen zunimmt, solange die Zahl der verwendeten Pollenkörner die Zahl der befruchtungstauglichen Samenanlagen wesentlich übersteigt. Ist sie geringer, so fällt *diese* Wirkung des Alkohols aus. Denn wenn einmal die Konkurrenz aufgehoben ist, ist es für das Zahlenverhältnis der Geschlechter (natürlich nicht für die Zahl der Samen pro Kapsel) gleich, wieviel Pollenkörner auf die Narbe gebracht werden, ob 200 oder 20, wenn nur das Reifungsminimum¹⁾ erreicht wird. Eine reichliche Bestäubung mit Pollen, der genügend lange dem Alkoholdampf ausgesetzt war, muß daher dasselbe Ergebnis haben, wie eine sehr spärliche mit frischem. In beiden Fällen ist dasselbe „proximale“ Zahlenverhältnis der Geschlechter zu erwarten, und deshalb sind die Kontrollbestäubungen mit wenig Pollen (Abteilung II der Tabelle) gemacht worden.

Diese Wirkung des Alkohols kann aber nie relativ *mehr* Männchen bedingen, als dem proximalen Verhältnis entsprechen. Findet man die Zahl der männlichen Nachkommen weiter gesteigert, so muß der Alkohol irgendeinen anderen Einfluß auf die männchenbestimmenden Keimzellen haben als auf die weibchenbestimmenden.

¹⁾ d. h. soviel Samenanlagen befruchtet werden, als nötig sind, daß sich der Fruchtknoten zur Frucht weiterentwickelt.

Die Versuche, bei denen der Alkoholdampf nur 30 Minuten eingewirkt hat (Abteilung III der Tabelle), sind nicht entscheidend. Die Männchenprozentage entsprechen genau denen nach Ausschluß der Konkurrenz, und da der Samenansatz in den Kapseln fast normal und die verwendete Pollenmenge nicht genau bekannt ist, muß es dahingestellt bleiben, ob bei einem Überschuß von Pollenkörnern die Alkoholwirkung oder bei einer gerade ausreichenden Pollenmenge der Ausschluß der Konkurrenz an dem beobachteten Verhältnis schuld ist.

Nach einer Einwirkung von 40 und 60 Minuten dagegen ist das Ergebnis klar. Faßt man, was gewiß erlaubt ist, beide Versuchsreihen (Abteilung IV und V) zusammen und stellt sie der Kontrollreihe mit wenig Pollen (Abteilung II) gegenüber, so sind infolge der Alkoholwirkung 15,92% Männchen mehr entstanden. Der mittlere Fehler der Differenz, $m = \pm 1,72$, macht noch nicht ihren neunten Teil aus; sie ist also ganz sichergestellt. Aber auch jede einzelne Versuchspflanze gibt, sowohl für 40 als für 60 Minuten, schon dasselbe Resultat.

Das Ergebnis der Versuche bei *Melandrium* ist also genau dasselbe, das A. BLÜHM bei einem ganz anderen Objekte, den weißen Mäusen, erhalten hat: *eine Zunahme der relativen Männchenzahl bei der Nachkommenschaft.*

Worin besteht aber diese Wirkung des Alkohols? A. BLÜHM macht für ihre Objekte wahrscheinlich, daß die Beweglichkeit der beiderlei Spermatozoen ungleich herabgesetzt wird; die narkotische Wirkung des Alkohols ist bei den Weibchenbestimmern größer, und es kommen deshalb mehr Männchenbestimmer zur Befruchtung. Für meine Melandrien scheint es mir viel wahrscheinlicher, daß eine verschieden starke Resistenz der männchenbestimmenden und weibchenbestimmenden Pollenkörner gegenüber der rein schädigenden (nicht narkotischen) Wirkung des Alkoholdampfes vorliegt, in dem Sinne, daß im Durchschnitt die Weibchenbestimmer leichter (rascher) absterben, die Männchenbestimmer länger tauglich bleiben. Wir haben dann in der Alkoholwirkung eine völlige Parallele zu der Wirkung des Alternlassens der Pollenkörner, bei dem sich auch die männchenbestimmenden Pollenkörner im Mittel resistenter zeigen. Daß wir hier nicht auch Zwitter erhalten, wie dort, könnte an der anderen Veranlagung der zu den Versuchen dienenden Pflanzen liegen.

Die aktivere Pollensorte — die schneller keimende, resp. diejenige, deren Schläuche schneller wachsen — ist also für Schädigungen empfindlicher.

Im verflorbenen Sommer habe ich neue Versuche mit Pflanzen anderer Herkunft und unter etwas anderen Bedingungen angestellt, über die ich seinerzeit berichten zu können hoffe. Dann wird Gelegenheit sein, auf diese ersten Versuche zurückzukommen.

58. Geschlechtsbestimmung und Zahlenverhältnis der Geschlechter beim Sauerampfer (*Rumex Acetosa*).

Biologisches Zentralblatt Bd. 42, Nr. 12, S. 465—480, 1922.

Die ersten Angaben über das Geschlechtsverhältnis des Sauerampfers hat H. HOFFMANN (1885, Sp. 152) veröffentlicht, der im Freien nach 5 Zählungen an sehr verschiedenen Stellen bei Gießen unter 584 Pflanzen 454 Weibchen und 130, also 23,26 Prozent Männchen feststellen konnte. Die Pflanzen wurden beim Weiterschreiten nach 1—3 Schritten aufs Geratewohl aufgenommen und eingetragen. Eine Aussaat ins freie Land gab nach und nach unter 127 Pflanzen 37,8 Prozent Männchen. Auch F. РОТН (1907) gibt an, „wenigstens an manchen Stellen“ bedeutend mehr Weibchen gefunden zu haben.

A. SPRECHER (1913) ermittelte bei seinen Aussaaten, die einen dichten, regelmäßigen Rasen bildeten, unter 6049 Pflanzen $29,33 \pm 0,585$ Prozent Männchen. Auf den einzelnen, verschieden gedüngten Feldern, die 607 bis 847 Individuen trugen, schwankte die Zahl der Männchen zwischen 32,79 und 22,22 Prozent. Die Herkunft des Saatgutes finde ich nicht angegeben. Eine Sortierung der (einsamigen) Früchte in große, mittlere und kleine hatte keinen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis. — Eine Zählung im Freien (auf einem Wege am Ostabhang der Kurfürsten) gab auf 1437 Weibchen 702 Männchen, also $32,82 \pm 1,015$ Prozent. Die 7 einzelnen Gruppen (von 204 bis 396 Individuen) schwankten zwischen 20,59 und 35,55 Prozent Männchen.

Rumex Acetosa ist eine sehr vielförmige Art (vergl. die Zusammenstellung der bekannten Unterarten und Formen bei ASCHERSON und GRAEBNER 1913), und weder HOFFMANN noch SPRECHER haben ihr Material in dieser Hinsicht genauer untersucht¹⁾. C. RAUNKIÄR hält dagegen (1918) *Rumex Acetosa* und *R. thyrsiflorus* scharf auseinander. Ob die von ihm eingangs erwähnten Zählungen an der zuerst genannten Art veröffentlicht sind, weiß ich nicht. Für die zweite gibt er nach Aufnahmen in der Umgebung von Logstor vom Jahre 1897 auf 6000 Individuen 9,56 Prozent Männchen (also 90,44 Prozent Weibchen!) an. Bei den einzelnen Tausenden schwankte die Prozentzahl der Männchen zwischen 7,7 und 10,9, bei den einzelnen Hun-

¹⁾ Bei dem Standort SPRECHERS am Ostabhang der Kurfürsten könnte man z. B. an *Rumex arifolius* All. denken.

derten zwischen 3 und 24, doch fiel sie bei 50 von den 60 Hunderten zwischen 4 und 13.

Aussaaten der Früchtchen von 7 Weibchen des *R. thyrsiflorus* aus einer anderen Gegend Dänemarks (Jonstrup) ergaben zwar alle ein starkes numerisches Überwiegen der Weibchen, dazu aber zwischen den einzelnen Nachkommenschaften große Differenzen. Zwei, eine besonders reich an Weibchen von Pflanze „A“, und eine verhältnismäßig arm daran von Pflanze „B“, wurden näher untersucht, indem je 5 halbierte Weibchen mit je einem Männchen aus der Nachkommenschaft von A und aus der von B bestäubt wurden. Die Weibchen aus A gaben zusammen wieder viel mehr Weibchen — 95,6 Prozent — als die aus B — 74,5 Prozent. Der Einfluß der Männchen — ob aus A oder B stammend — war gering oder fehlte ganz.

RAUNKIÄR kommt zu dem Schluß, daß es sich dabei um Sippenmerkmale handelt, und daß das Zahlenverhältnis der Geschlechter ausschließlich oder doch wesentlich von der Mutterpflanze abhängt. Er sucht das Verhalten unter der Annahme zu erklären, daß das weibliche Geschlecht heterogametisch sei (weiblich und männlich bestimmte Eizellen hervorbringe), während das männliche homogametisch sei (nur einerlei Keimzellen bilde).

Auch ich habe seit längerer Zeit mit *Rumex Acetosa* gelegentlich experimentiert, so von 1915 ab über die Ursache, weshalb die Weibchen so sehr an Zahl überwiegen. Einige Ergebnisse sollen im folgenden auch mitgeteilt werden. Zunächst möchte ich aber über Versuche berichten, die nach dem Erscheinen der oben besprochenen Abhandlung RAUNKIÄRS angestellt wurden, um die Frage zu entscheiden, welches Geschlecht bei *Rumex* das heterogametische sei. Bei den genauer bekannten zweihäusigen Blütenpflanzen hat sich sonst stets das männliche Geschlecht als heterogametisch herausgestellt und das weibliche als homogametisch, so bei *Bryonia* (CORRENS 1907), *Melandrium* (CORRENS 1907, E. BAUR 1912, SHULL 1914, CORRENS 1917, G. A. 42, 849), *Cirsium arvense* (CORRENS 1916, G. A. 41, 822), wohl auch *Vitis* (HENDRICK and ANTHONY, nach RASMUSON 1917). Damit ist natürlich nicht gesagt, daß das in allen Verwandtschaftskreisen der Blütenpflanzen so sein müsse. Wir dürfen uns vorstellen, daß die Getrenntgeschlechtigkeit in den verschiedensten Familien unabhängig voneinander aufgetreten sei, und wenn wir im Tierreich innerhalb derselben Klasse (Insekten) bald das weibliche Geschlecht (Lepidopteren), bald das männliche (Hemipteren) heterogametisch finden, so ist etwas derartiges innerhalb der Blütenpflanzen noch viel eher möglich.

A. Die Geschlechtsbestimmung.

Es gibt zurzeit vier Wege, auf denen sich zeigen läßt, welches Geschlecht heterogametisch ist: 1. Unterschiede im Chromosomenbestand der Männchen und der Weibchen, 2. geschlechtsbedingte Vererbung, 3. Bastardierung der

getrenntgeschlechtigen Sippe mit einer gemischtgeschlechtigen und 4. der Konkurrenz-(Zertations-)Versuch mit möglichster Steigerung und Herabsetzung des Wettbewerbes der Pollenschläuche um die Samenanlagen resp. Eizellen (*Melandrium*-Versuche 1917, G. A. 42, 849; vergl. die Zusammenstellung 1921, G. A. 52, 1188).

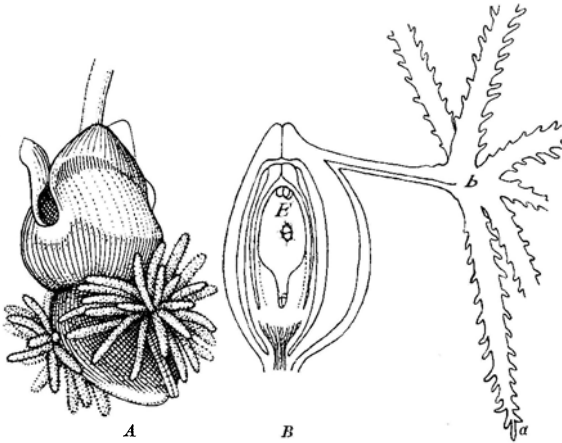
Der erste und zweite Weg scheidet für *Rumex*, wenigstens zurzeit, ganz aus. Den dritten habe ich vergeblich eingeschlagen. Es ist zwar nach Angaben in der Literatur im Freien der Bastard zwischen *Rumex Acetosa* und dem zwittrig polygamen¹⁾ *R. alpinus* (VON ZAPALOWICZ 1907) gefunden worden, und ebenso schon früher der zwischen *Rumex arifolius* (der mit *R. Acetosa* nahe verwandt ist) und *R. alpinus* (VON BRÜGGER 1880). ASCHERSON und GRAEBNER nehmen auch wenigstens die erste Angabe ernst (1913, S. 787). Mir schlugen alle Versuche fehl, *R. Acetosa*, *arifolius* und *Acetosa* + *arifolius* als Weibchen mit *R. alpinus* als Männchen zu kreuzen; der Ansatz war entweder ganz null oder gab einzelne ganz der Mutter entsprechende Pflanzen.

Es blieb also nur der vierte Weg übrig, der sich ja überall versuchen läßt, wenn man genügend große Individuenmengen aufziehen kann, nämlich *Rumex Acetosa* mit möglichst viel und möglichst wenig arteigenem Pollen zu bestäuben und die so erzielten Nachkommenschaften zu vergleichen. Gibt die größere Pollenmenge (also die gesteigerte Konkurrenz um die Eizellen) ein Zahlenverhältnis der Geschlechter, das von dem mechanischen 1 : 1 mehr abweicht, als das, welches die kleinere Pollenmenge gibt, so muß das männliche Geschlecht das heterogametische sein. Ein negatives Resultat — gleiches Verhalten in beiden Fällen — wäre dagegen noch kein Beweis, daß das weibliche Geschlecht heterogametisch ist. Es hätte ebensogut jener physiologische Unterschied zwischen männchenbestimmenden und weibchenbestimmenden Pollenkörnern hier fehlen können, auf dem bei *Melandrium* der Erfolg bei Änderung der Pollenmenge beruht. Es reizte mich, die Methode, die ich bei dieser Versuchspflanze ausgearbeitet hatte, an einem ganz anderen Objekt zu prüfen.

Den Transport des Pollens der Männchen auf die Narben der Weibchen besorgt bei *Rumex* der Wind, und die Blüten beider Geschlechter sind in ausgesprochenster Weise hieran angepaßt. Bei der hängenden Blüte des Weibchens (Abb. A) sind die drei äußeren Perigonblätter zurückgeschlagen; die drei inneren schließen aufgerichtet mit ihren Rändern zu einem dreiseitigen Gehäuse zusammen. Aus jeder der drei so gebildeten Spalten tritt eine pinselförmige Narbe mit ihren spreizenden Ästen hervor. Entfernt man das Perigon,

¹⁾ Neben den zwittrigen Blüten kommen auf derselben Pflanze männliche und (mehr) weibliche vor, wie schon A. SCHULZ (1890) richtig angibt. Für *Rumex crispus* vergl. WINFIELD DUDGEON, 1918.

so findet man den dreikantigen Fruchtknoten, von dessen Spitze die drei kurzen Griffel etwa wagrecht abgehen. Im Fruchtknoten steht eine einzige, aufrechte Samenanlage (Abb. B). Aus dem befruchteten Fruchtknoten wird eine dreikantige, einsamige Schließfrucht, ein Nüßchen.



A. Weibliche Blüte von *Rumex Acetosa* (¹⁴/₁, gez. Dr. O. RÖMER). B. Längsschnitt durch eine der drei Symmetrieebenen eines Fruchtknotens, der auch einen Griffel mit der Narbe halbiert, E die Eizelle. (Halbschematisch, stärker vergrößert.)

Für die Versuche wurden im Frühjahr 1920 5 kräftige Pflanzen aus dem Freiland. 3 Weibchen und 2 Männchen, eingetopft, die aus der Aussaat vom Jahre 1916 stammten (Versuch 11 B „wirsingblättriger, dunkelgrüner Sauerampfer“ von BENARY, Erfurt, wohl *R.*

acetosa pratensis WALLR.: ♀ A, und Versuch 12 B „deutscher großblättriger Sauerampfer“, ebenfalls von BENARY, wohl *R. Acetosa hortensis* DIERBACH: ♀ B, C und ♂ D, E). Die Weibchen waren halbiert worden, wie das schon RAUNKIÄR getan hatte. Jedes sollte mit einem Männchen, D oder E, bestäubt werden; die eine Hälfte mit möglichst viel, die andere mit möglichst wenig Pollen. Die Stöcke wurden in verschiedenen Häusern isoliert, einzeln oder zum Teil, die Hälften der Weibchen, die für dasselbe Männchen bestimmt waren, zusammen. Sobald die Weibchen gut in Blüte standen, und von den Männchen genug Pollen zu erhalten war, wurde mit dem Bestäuben begonnen. Die einen Hälften wurden horizontal gelegt und mit dem durch Schütteln gewonnenen, ganz losen Pollen überschüttet, wobei der nicht haftende auf Papier aufgefangen und wiederholt benutzt wurde, bis die Narben ganz dick bedudert waren, wie die Besichtigung mit der Lupe lehrte. Dann wurde der überflüssige Pollen abgeschüttelt oder abgeblasen. Die anderen Hälften wurden aus 1 bis 1,5 m Entfernung mit etwas Pollen von einem Blatt Papier angeblasen. Die reichliche Bestäubung wurde nach einigen Tagen einmal wiederholt, die spärliche zwei- bis dreimal. Der Unterschied zwischen den verschiedenen behandelten Hälften — der vorzügliche Ansatz bei den einen, der schwache bei den anderen — war auffällig genug und bewies, daß im letzteren Falle die angeblasene Pollenmenge wirklich zu gering war, alle Blüten zu befruchten, daß also, bei

der ganz lockeren Beschaffenheit des Pollens, auf eine Blüte zumeist nur ein taugliches Pollenkorn gekommen war.

Aus der Ernte wurden gute Früchtchen ausgesucht und im Frühjahr 1921 nach und nach ausgesät, immer 250 in einen Topf mit steriler Erde: Am 8. I. resp. 12. II. von jedem Versuch 500, am 2. II. nochmals je 500 und am 9. IV. je 250. Es gingen zwischen 100 und 85 Prozent in jedem Saattopf auf, ohne die letzte Aussaat (für die die Auswahl des Saatgutes zum Teil weniger streng sein mußte) zwischen 100 und 94 Prozent (vergl. Tabelle 9, S. 1180). Die drei Weibchen verhielten sich darin gleich. Bei zweien keimten die mit viel Pollen erzeugten Früchtchen etwas besser als die mit wenig erzeugten (98,7 gegen 95,8 und 97,4 gegen 95,4 Prozent), beim dritten etwas schlechter (94,0 gegen 97,5 Prozent). Ich hatte für die Früchtchen, die ohne Konkurrenz unter den Pollenkörnern entstanden waren, durchgängig schlechtere Resultate erwartet. Belichtung beschleunigte die Keimung nur sehr wenig.

Die Keimlinge wurden in Kisten pikiert und von April ab ausgepflanzt. Für die Aufnahme wurden die einzelnen Saattöpfe getrennt gehalten und ihr Inhalt nochmals (annähernd) geteilt, sodaß also jeder der 6 Versuche in 10 Teilversuche zerlegt war.

Bei jeder Aufnahme wurden die untersuchten Pflanzen ausgegraben und beseitigt. Das Ausgraben mußte gründlich geschehen, da stärkere im Boden bleibende Wurzeln sehr leicht Adventivprosse bildeten (wie das für *Rumex Acetosella* längst bekannt ist). Es bestand sonst die Möglichkeit, dieselbe Pflanze zweimal aufzunehmen, was, so lange nicht für beide Geschlechter gleiche Regenerationsfähigkeit nachgewiesen ist, zu Fehlern hätte Anlaß geben können.

Da ein großer Teil der Pflanzen, vor allem aus der 1. und 2. Aussaat, schon im ersten Jahre blühte, wurde schon in diesem mit der Aufnahme begonnen; der Rest wurde 1922 untersucht. Es blieben noch eine Anzahl Pflanzen übrig, die nicht zum Blühen gekommen waren und hier unberücksichtigt bleiben müssen, im ganzen 64, noch nicht 1 Prozent und ganz ohne Einfluß auf das Ergebnis.

Tabelle 1 und 2 bringen die Resultate, 1 etwas ausführlicher, 2 möglichst zusammengedrängt.

Man sieht sofort, daß eine Konkurrenz der männchenbestimmenden und weibchenbestimmenden Pollenkörner vorliegt, also das männliche Geschlecht heterogametisch ist. Die Konkurrenz ist die gleiche wie bei *Melandrium*, die Weibchenbestimmer sind im Vorteil¹⁾, nur noch viel auf-

¹⁾ Die Begünstigung der Weibchenbestimmer wirkt, wenn das männliche Geschlecht heterogametisch ist, wenigstens theoretisch als Korrektionsmittel, um extreme Verhältniszahlen der Geschlechter zu verhindern: Je geringer die Zahl der Männchen auf einem Standort ist, gegenüber der Zahl der Weibchen, desto weniger Pollenkörner

Tabelle 1.

Versuch ♀ ♂	Pollen	Versuch Nr.	Ausgesäte Früchte	Keimlinge	Es blühten												noch steril
					1921				1922				1921 und 1922				
					n	♀	♂	% ♂	n	♀	♂	% ♂	n	♀	♂	% ♂	
A + D	viel	21 A, B	500	499	277	255	22	7,9	179	137	42	23,5	456	392	64	14,0	—
		21 C, D, E	750	735	379	353	26	6,9	340	282	58	17,1	719	635	84	11,7	—
	wenig	21 zus.	1250	1234	656	608	48	7,32	519	419	100	19,27	1175	1027	148	12,60	—
		22 A, B	500	493	381	226	55	14,4	198	104	94	47,5	479	330	149	31,1	—
		22 C, D, E	750	705	210	265	45	21,4	363	223	140	38,6	673	488	185	27,5	—
B + E	viel	22 zus.	1250	1198	591	491	100	16,92	561	327	234	41,71	1152	818	334	28,99	—
		23	1250	1218	475	460	15	3,16	670	597	73	10,9	1145	1057	88	7,68	11
	wenig	24	1250	1192	444	364	80	18,0	674	389	285	42,3	1118	753	365	32,65	15
		25	1250	1175	416	407	9	2,2	693	632	61	8,8	1109	1039	70	6,31	17
		26	1250	1219	394	340	54	13,71	746	446	300	40,19	1140	786	354	31,05	21

Tabelle 2.

Versuch	I. Viel Pollen					II. Wenig Pollen					Diff. II—I	m d. Diff.
	Nr.	n	♂	% ♂	m	Nr.	n	♂	% ♂	m		
A ♀ + D ♂	21	1175	148	12,60	±0,97	22	1152	334	28,99	±1,34	16,39	±1,65
B ♀ + E ♂	23	1145	88	7,68	±0,79	24	1118	365	32,65	±1,42	24,97	±1,61
C ♀ + E ♂	25	1109	70	6,31	±0,65	26	1140	354	31,05	±1,39	24,74	±1,52

fälliger: Die Prozentzahl der Männchen ist nach der Aufhebung des Wettbewerbes mehr als zweimal (A ♀ + D ♂) bis fast viermal (C ♀ + E ♂) so groß als bei möglichst scharfem Wettbewerb. Die beobachteten Differenzen zwischen den Prozentzahlen der Männchen, 16,39 bis 24,97, sind 10 mal bis 16 mal größer als ihre mittleren Fehler, also jenseits allen Zweifels. — Es ist auch bei jedem der 30 Teilversuche mit sehr viel Pollen die Zahl der Männchen geringer gewesen (Maximum 23 ♂ unter 133 Individuen, Minimum 4 ♂ unter 115) als bei irgendeinem Teilversuch mit sehr wenig Pollen (Maximum 50 ♂ unter 125 Individuen, Minimum 26 ♂ unter 104).

Rumex Acetosa eignet sich — in den untersuchten Sippen — also noch besser als *Melandrium*, um den Einfluß der „Zertation“ auf das Geschlechtsverhältnis zu zeigen.

kommen auf die Narben der Weibchen, desto geringer ist die Konkurrenz und desto mehr männliche Embryonen werden entstehen. Je größer aber die Zahl der Männchen auf dem Standort ist, desto mehr Pollenkörner sind vorhanden, desto schärfer ist die Konkurrenz, und desto mehr weibliche Embryonen werden gebildet. Wären die Männchenbestimmer im Vorteil, so würde, wenn schon viel Männchen vorhanden sind, die Zahl derselben auf einem Maximum (das durch die Größe des Vorteils bedingt ist) bleiben. Im Freien spielt bei *Rumex Acetosa* die Konkurrenz wahrscheinlich keine große Rolle (S. 1174).

Der Weg, den die Pollenschläuche zurückzulegen haben, zerfällt ganz allgemein in zwei Abschnitte (vergl. Abb. B). Der zweite ist für alle gemeinsam, also gleich lang, er geht hier vom oberen Ende des Griffels (*b*) bis zu der Mikropyle der einzigen Samenanlage. Der erste ist variabel; er reicht hier von der Stelle, wo das Pollenkorn an der Narbe festhaftet, bis zu dem oberen Ende des Griffels (*b*), wo der zweite Abschnitt anfängt. Auch im ungünstigsten Fall, wenn das Pollenkorn an der Spitze des längsten Narbenastes sitzt (bei *a*), ist der zweite Abschnitt noch ungefähr so lang als der erste (etwa 0,7 mm). Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied gegenüber *Melandrium*. Bei diesem ist die Strecke, die jeder Pollenschlauch durchwachsen muß — von der Griffelbasis bis zur Spitze der Plazenta (vergl. Abb. 1, 1921, S. 6) — gegenüber der möglichen längsten Gesamtstrecke — von der Griffelspitze bis zur Basis der Plazenta — fast verschwindend gering und macht auch vom durchschnittlichen Weg nur ein kleines Stück aus. Wenn, wie bei reicher Bestäubung, die Pollenkörner die Narben bedecken, ist die Konkurrenz nicht von der absoluten Weglänge, sondern von dem Verhältnis der beiden Teilstrecken untereinander abhängig; sie ist um so stärker, je länger die zweite Strecke im Verhältnis zu der ganzen Weglänge ist. Deshalb muß, *ceteris paribus*, bei *Rumex* die Konkurrenz schärfer sein.

Auch der Umstand, daß bei *Rumex* der Fruchtknoten nur eine Samenanlage enthält, wird ebenfalls die Wirkung der Bestäubung mit sehr viel Pollen steigern, gegenüber *Melandrium* mit seinen 300 bis 400 Samenanlagen im Fruchtknoten. Es kann nur der erste, schnellste Pollenschlauch eine Befruchtung ausführen und auf seine geschlechtliche Tendenz geprüft werden, während bei *Melandrium* die Pollenschläuche die Samenanlagen nicht genau in ihrer Reihenfolge in der Plazenta von oben nach unten befruchten (1921, S. 13, G. A. 52, 1099), und also selbst die getrennte Ernte des obersten Samens hier nicht sicher die Tendenz des schnellsten Schlauches zeigen würde. Die Zahl der Pollenkörner, die um eine Samenanlage konkurrieren, läßt sich endlich bei *Rumex* viel größer machen als bei *Melandrium*, weil die Narbenoberfläche, die auf eine Samenanlage kommt, sehr viel größer ist.

Auf der anderen Seite ist freilich bei *Rumex* durch die Einzahl der Samenanlagen die völlige Aufhebung der Konkurrenz erschwert. Es sollte immer nur ein Pollenkorn auf eine Samenanlage, also auf eine von den drei Narben der weiblichen Blüte kommen, eine Bedingung, die sich nicht scharf erfüllen läßt, weil die Pollenkörner nicht einzeln übertragen werden können. So ist ganz sicher auch bei meinen Versuchen mit sehr wenig Pollen die Konkurrenz nicht immer ganz ausgeschlossen gewesen, trotzdem lange nicht alle Blüten des Weibchens befruchtet wurden. Es werden manche auch zwei und mehr Pollenkörner erhalten haben, so gut wie andere gar keine. Das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter hätte also bei völligem Ausschluß der

Konkurrenz noch etwas günstiger für die Männchen gefunden werden müssen.

Die Versuchsanordnung war auch insofern etwas roh, als dabei weibliche Blüten aller Altersstufen bestäubt wurden, und der Pollen selbst nicht aus lauter gleichzeitig entleerten Antheren stammte. Der erste Umstand war wohl ohne Bedeutung; der zweite konnte, nach dem für *Melandrium* Ermittelten (1921, S. 17, G. A. 52, 1102), Einfluß auf das numerische Verhältnis der Geschlechter haben. Es war aber anzunehmen, daß beide Bestäubungsweisen, die mit viel und die mit wenig Pollen, unter diesem Umstand in annähernd gleicher Weise litten.

Einflußreicher mag eine andere Fehlerquelle gewesen sein. Nach der reichlichen Bestäubung ließen sich die überflüssigen (nicht an der Narbe haftenden) Pollenkörner von den weiblichen Blütenständen nicht vollständig entfernen, und von den neu sich öffnenden Blüten werden manche durch eines dieser überflüssigen Körner befruchtet worden sein, ohne oder mit sehr geringer Konkurrenz. So entstandene Früchtchen, mit den durch sehr viel Pollen entstandenen zusammen geerntet, müssen den Erfolg der Konkurrenz etwas herabgedrückt haben.

Nach allem hätte die Differenz also noch größer ausfallen können, wenn die Versuchsanstellung hätte verfeinert werden können.

Um einen kurzen Ausdruck zu haben, nennen wir das Zahlenverhältnis der Geschlechter, das nach möglichstem Ausschluß der Konkurrenz unter den Keimzellen gefunden wird, das proximale (weil es dem „mechanischen“ 1 : 1 am nächsten liegt) und das nach möglichster Steigerung der Konkurrenz zu beobachtende das distale (weil es sich von dem mechanischen am weitesten entfernt). Dazwischen liegt das spontane Verhältnis, welches man für eine gegebene Sippe im Freien beim Auszählen erhält, oder das eine Aussaat von Samen ergibt, deren Entstehungsweise, wenigstens hinsichtlich der Konkurrenzverhältnisse, unbekannt ist.

Bei *Rumex Acetosa* steht dies spontane Geschlechtsverhältnis dem proximalen offenbar sehr viel näher als dem distalen. Die Gartensorte von Versuch 12 gab z. B. (Tab. 7) aus gekauftem Saatgut 27,3 Prozent Männchen, während die daraus isolierten Weibchen B und C mit dem Männchen E gleicher Herkunft als proximales Verhältnis 28,99 und 32,65 Prozent Männchen und als distales 7,7 und 6,3 Prozent gaben. Trotz der entleerten Pollenmengen und der Riesennarben kommen also im Freien offenbar auf einmal nur einzelne Pollenkörner auf die Narben, und die Möglichkeit einer sich oftmals wiederholenden Bestäubung hat für die einzelnen weiblichen Blüten wenig Bedeutung, weil Schlauchbildung und Befruchtung hier offenbar sehr rasch vor sich gehen. Wenigstens enthielt ein Fruchtknoten, der 2 mal 24 Stunden nach der künstlichen Befruchtung fixiert und geschnitten wurde, einen noch

kugligen, aber doch schon auffallend großen Embryo (von etwa 40 Zellen auf dem medianen Längsschnitt).

Die von mir untersuchten Pflanzen entsprachen offenbar den relativ männchenreichen RAUNKIÄRS.

B. Die Abweichung vom mechanischen Zahlenverhältnis der Geschlechter.

Die voranstehenden Versuche haben gezeigt, daß das männliche Geschlecht heterogametisch ist, und daß sich — bei den untersuchten Sippen — durch möglichsten Ausschluß der Konkurrenz das Zahlenverhältnis der Geschlechter so weit verschieben läßt, daß etwas mehr als 30 Prozent Männchen entstehen. Dann fehlen aber immer noch 20 Prozent zu dem mechanischen Verhältnis 50 Männchen : 50 Weibchen. Denn daran, daß dieses auch hier ursprünglich vorliegt, ist nicht zu zweifeln. Es fragt sich nur, wodurch die fehlenden 20 Prozent verursacht sind.

Zunächst sei aber bemerkt, daß ich bei anderen Sippen und unter etwas anderen Bedingungen eine weitere Annäherung der Prozentzahl der Männchen an 50 beobachten konnte.

1912 wurde ein Weibchen aus der Umgebung von Münster i. Westf. mit dem Pollen eines rein weißen Astes eines weißbunten Männchens von einer anderen Stelle bei Münster bestäubt. Von der reingrünen Nachkommenschaft zog ich leider nur 9 Sämlinge auf, die sich alle als Weibchen herausstellten. 5 davon wurden 1914 in meinem Hausgarten in Münster isoliert, wo sie nur ganz spärlich ansetzten. Die Ernte wurde 1915 vollständig ausgesät und gab, wie Tabelle 3 zeigt, zwischen 39 und 45, im Durchschnitt 42,1 Prozent Männ-

Tabelle 3.

Versuch	Insgesamt					Peronospora-krank				
	n	♀	±♂	♂	% ♂	n	♀	♂	% ♀	% ♂
5	113	63	—	50	44	33	19	14	30	28
6	87	48	1	38	45	31	18	13	37,5	34
7	119	73	—	46	39	54	36	18	49	39
8	75	45	1	29	40	18	14	4	40	14
9	36	20	—	16	44	10	5	5	25	31
zus.	430	249	2	179	42,1	146	92	54	36,9	30,2

chen. Die Bestäubung war offenbar durch einzelne angeflogene Pollenkörner, unter weitgehendstem Ausschluß aller Konkurrenz, erfolgt. Wie weit der Zufall und wie weit eine Sippeneigentümlichkeit an der hohen Männchenzahl schuld war, kann ich zurzeit nicht mehr entscheiden.

Es liegt nahe, zur Erklärung der Differenz anzunehmen, daß unter den (im Durchschnitt sicher trägeren) männchenbestimmenden Pollenkörnern ein

größerer Teil irgendwie untauglich sei, als unter den (durchschnittlich aktiveren) weibchenbestimmenden. Zu sehen ist von untauglichen Körnern aber nicht viel. Bei 10 Männchen, I—X, die aus den Versuchen 21—26 beliebig herausgegriffen worden waren, wurde der Gehalt an sichtlich untauglichen Pollenkörnern bestimmt, gewöhnlich von je einer Anthere, bei I aber von vier. Er war zum Teil auffallend gering (1,2 Prozent), zum Teil nicht groß (15,8 Prozent); im übrigen sei auf Tabelle 4 verwiesen.

Tabelle 4.

♂	n	taub	% taub	♂	n	taub	% taub	♂	n	taub	♂ taub
I 1	1001	72	7,2	II	1000	122	12,2	VII	1001	61	6,1
I 2	1003	84	8,4	III	1000	12	1,2	VIII	1503	237	15,8
I 3	2002	163	8,2	IV	1000	43	4,3	IX	1000	66	6,6
I 4	1023	85	8,5	V	1001	33	3,3	X	1010	102	10,1
I zus.	5029	494	8,03	VI	1610	239	14,8	I—X zus.	15154	919	6,06

Daß die Werte für die vier Antheren des Männchens I so nahe beieinander liegen, spricht dafür, daß diejenigen der anderen Männchen für diese charakteristisch sind¹⁾.

Selbst wenn man annehmen dürfte, daß alle tauben Pollenkörner ausschließlich Männchenbestimmer wären — was gewiß nicht zutrifft —, würde die mittlere Menge, 6 Prozent, den Fehlbetrag von 20 Prozent Männchen noch lange nicht decken.

Man kann die Ursache auch in einer größeren Sterblichkeit der männlichen Keime und Sämlinge während der Entwicklung bis zum bestimmungsfähigen, blühenden Zustand suchen.

Prüft man Weibchen, die nur einmal und dabei nur schwach (durch Anblasen mit etwas Pollen) bestäubt worden waren, so zeigt sich, daß zur Zeit der Fruchtreife neben den guten Früchtchen auch taube auf allen Entwicklungsstadien, bis zu den unverändert eingetrockneten Blüten, vorhanden sind. Bei den tauben war der Embryo zum Teil in den herauspräparierten, kollabierten Samenanlagen in den verschiedensten Größen ohne weiteres nachzuweisen; bei den übrigen wäre er mit feineren Methoden wohl meist auch noch zu finden gewesen. Ich habe verschiedene Äste untersucht, gebe aber in der Tabelle 5 nur die Resultate für den größten (mit 1212 Blüten).

¹⁾ Zur Technik sei bemerkt, daß ganz reife Antheren einzeln auf Objektträger gelegt wurden. Nachdem sie aufgesprungen waren, wurden die leeren Beutel entfernt, und der ausgefallene Pollen gleich an Ort und Stelle in Glyceringelatine eingebettet. Gezählt wurde mit Hilfe des Kreuztisches.

Tabelle 5.

Gute Früchtchen		632 (73%)	} 862
Taube Früchtchen	{ mit deutlichen Embryonen 108 } { ohne deutliche Embryonen 122 }	230 (27%)	
Unbefruchtete Blüten			332
Monströse Blüten, wohl durch Befall von Läusen			18

Selbst wenn man annehmen dürfte — was kaum zutreffen wird —, daß die tauben Früchtchen alle männliche Embryonen enthielten, so würden sie noch nicht ganz die fehlenden 20 Prozent auffüllen, wie eine kurze Überlegung zeigt¹⁾.

Für die Zählungen wurden schwach bestäubte Fruchstäbe gewählt, um eine möglichst große Zahl männlicher Keime zu haben. Man könnte überhaupt versuchen, durch die Bestäubung mit sehr viel und sehr wenig Pollen zu zeigen, daß die männlichen Embryonen leichter absterben als die weiblichen. Tun sie es, so muß die Prozentzahl der tauben Früchtchen nach spärlicher Bestäubung größer sein als nach reicher, weil ja überhaupt mehr männliche Keime entstehen²⁾. Gehen die männlichen und weiblichen gleich leicht ein, so ist nach beiden Bestäubungsweisen die gleiche Prozentzahl tauber Früchtchen zu erwarten. Es könnten aber auch „konstitutionelle“ Unterschiede zwischen den Pollenkörnern vorkommen, die nichts mit ihrer geschlechtlichen Tendenz zu tun, aber auf die Lebensfähigkeit der Nachkommen Einfluß hätten. Dann würden sowieso nach Ausschluß der Konkurrenz mehr Embryonen absterben.

Die Annahme einer geringeren Lebensfähigkeit der männlichen Embryonen läßt sich durch die merklich größere Sterblichkeit der erwachsenen männlichen Pflanzen stützen. Ich habe einen einschlägigen Versuch seit 1916 im Gang. Auf demselben Versuchsfeld wurden als Versuch 11 B („wirsingblättriger, dunkelgrüner Sauerampfer“ von BENARY) und 12 B („deutscher, großblättriger Sauerampfer“, ebendaher) Sämlinge zu 4 und 3 im Verband in gleichen Abständen (25 cm in der Reihe und 25 cm zwischen je zwei Reihen) ausgepflanzt, nachdem sie aus den Saattöpfen möglichst vollständig, also ohne Wahl, in Kisten pikiert worden waren. Noch 1916 und dann 1917 kamen 772 Pflanzen zur Blüte. In den folgenden Jahren wurde immer zur

¹⁾ Von 100 befruchteten Blüten gaben 27 taube und 73 gute Früchtchen. Von diesen 73 guten enthielten $\frac{7}{10} = 51$ weibliche und $\frac{3}{10} = 22$ männliche Embryonen. Kommen dazu noch die 27 tauben Früchtchen, so stehen den 51 weiblichen erst 49 männliche gegenüber.

²⁾ Nehmen wir als Extrem an, die Hälfte der männlichen Embryonen sterbe ab und kein weiblicher. Von 100 mit viel Pollen erzeugten seien zunächst 90 ♀ und 10 ♂, so bleiben nach dem Absterben 90 ♀ und 5 ♂ übrig; 5% stürben ab. Von 100 mit wenig Pollen erzeugten seien zunächst 70 ♀ und 30 ♂, dann sind später 70 ♀ und 15 ♂ übrig; 15% stürben ab.

Blütezeit der Bestand revidiert, und jede zugrunde gegangene Pflanze in ein Verzeichnis eingetragen. Dann wurde das ganze Feld vor der Fruchtreife abgeschnitten, eventuell ein zweites Mal, um ein spontanes Sichaussäen und damit den Ersatz einer abgestorbenen Pflanze durch einen Sämling zu verhindern¹⁾. Tabelle 6 gibt die Zahl der Abgestorbenen und zugleich ihr Ge-

Tabelle 6.
(Aussaat 1916.)

Versuch	1916 u. 1917			Abgestorben											
				1917		1918		1919		1920		1921		1922	
	n	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
11	278	170	108	1	·	1	1	4	2	7	10	62	59	87	76
	zusammen			1		2		6		17		121		163	
	in Prozent			0,4		0,8		2,2		6,1		43,2		58,6	
12	494	359	135	3	1	6	2	16	7	24	13	114	69	198	93
	in Prozent			0,8		1,6		4,7		7,5		37,0		58,9	

schlecht an. Man sieht, daß die Sterblichkeit von Jahr zu Jahr zunimmt, aber erst mit dem 6. Lebensjahre beträchtlich wird.

Tabelle 7 bezieht sich auf die Zahl der lebenden Pflanzen. Sie zeigt, daß sich nach 6 Jahren das Zahlenverhältnis der Geschlechter entschieden zugunsten der Weibchen verschoben hat, bei Versuch 11 B um 11,1 Prozent, bei Versuch 12 B um 6,6 Prozent, im Durchschnitt um 8,2 Prozent. Groß ist der Unterschied freilich nicht: der mittlere Fehler der Differenz beträgt $\pm 2,90$ Prozent; sein Dreifaches (8,7) ist etwas größer als die Differenz selbst (8,2). Trotzdem scheint sie mir ganz sicher. In Tabelle 7 sind die einzelnen 5 Beete, auf denen die Versuchspflanzen ausgepflanzt worden waren, getrennt aufgeführt. Jedes für sich allein gibt schon, wie die letzte Spalte zeigt, annähernd die gleiche Differenz zwischen 1916/17 und 1922, wie alle zusammen.

Eine zweite Versuchsreihe, 1917 mit Saatgut von Versuch 11 B und 12 B begonnen und schon 1920 abgebrochen, gab kein deutliches Resultat. Die Sterblichkeit war viel größer — im 4. Lebensjahr waren schon fast die Hälfte der Pflanzen abgestorben, während auf dieser Altersstufe bei den früheren Versuchen erst 6 und 7 Prozent tot waren —, und es überwogen auch hier die Männchen. Aber der Unterschied betrug kaum 1 Prozent. Das Ab-

¹⁾ Durch das Abschneiden wurden die Weibchen — die dann keine Früchte zu reifen brauchten — mehr beeinflußt als die Männchen, verglichen mit unberührten Pflanzen. Doch schien mir dieser Fehler gegenüber der Selbstaussaat geringer.

Tabelle 7.
(Aussaat 1916.)

Versuch	I. 1916 u. 1917				II. 1922					Diff. I—II Proz. ♂
	n	♂	♀	Proz. ♂	n	Proz. lebend	♂	♀	Proz. ♂	
11 I	141	51	90	36	53	38	14	39	26	+10
11 II	137	57	80	42	62	45	18	44	29	+13
11 I u. II	278	108	170	38,9	115	41,4	32	83	27,8	+11,1
12 I	156	42	114	27	52	33	10	42	19	+ 8
12 II	171	51	120	30	91	53	21	70	23	+ 7
12 III	167	42	125	25	60	36	11	49	18	+ 7
12 I—III	494	135	359	27,3	203	41,1	42	161	20,7	+ 6,6
11 u. 12	772	243	529	31,5 ± 1,67	318	41,2	74	244	23,3 ± 2,37	+ 8,2 ± 2,90

sterben war wohl hier auf eine andere Ursache, die beide Geschlechter gleich stark angriff, zurückzuführen¹⁾.

1916 hatte ich auch Gelegenheit, die Pflanzen von Versuch 5—9 zum Teil von *Peronospora Rumicis* befallen zu sehen. Die Daten sind schon in der rechten Hälfte der Tabelle 3 (S. 1175) mitgeteilt worden. Von den 179 Männchen waren 54, also 30,2 Prozent erkrankt, von den 249 Weibchen dagegen 92, also 36,9 Prozent. Es waren demnach auch relativ mehr Weibchen als Männchen erkrankt; doch ist bei dem geringen Umfang des Versuches hierauf kaum viel Gewicht zu legen.

Daß die Männchen bei *Rumex Acetosa* im Durchschnitt kleiner (kürzer) sind als die Weibchen, hat schon SPRECHER (1913) festgestellt, und konnte ich an den Pflanzen von Versuch 11 B und 12 B bestätigen.

Tabelle 8.
Rumex Acetosa, Größe der Männchen und Weibchen in cm.

Versuch	♂					♀				
	11	12	12 a	12 b	12 c	11	12	12 a	12 b	12 c
n	65	135	30	83	22	93	335	91	195	69
Max.	104	98	98	90	85	133	142	118	142	119
Mittel	77	71,2	71	71	71	104	94,4	91	93	95
Min.	25	42	55	42	50	81	40	40	49	61

Setzt man die durchschnittliche Länge der Männchen (77 und 71 cm) gleich 100, so messen die Weibchen bei Versuch 11 B im Mittel (104 cm) 135,

¹⁾ Die Witterung kann nicht daran schuld gewesen sein, denn bei den neuen Versuchen war schon nach dem Winter 19 auf 20 mehr als die Hälfte der Pflanzen abgestorben, bei den alten begann das starke Eingehen erst im Winter 20 auf 21; bis dahin waren nur 6% abgestorben.

bei Versuch 12 B (94,4 cm) 123, während SPRECHER das Verhältnis 100 : 122 fand. Gemessen wurde zur Zeit der vollen Blüte vom Erdboden bis zur Spitze des längsten Triebes. — SPRECHER fand auch (mit der kryoskopischen Methode) den osmotischen Druck bei den Männchen um eine halbe Atmosphäre höher als bei den Weibchen zur gleichen Zeit (7,67 statt 7,21 Atmosphären).

RAUNKIÄR konnte für sein Material zeigen, daß die Männchen später blühreif werden als die Weibchen. Auch mir war das aufgefallen. Ich stelle aber nur für die letzten Versuche (21—26) die Beobachtungen in Tab. 9 zusammen, weil sie viel umfangreicher als diejenigen RAUNKIÄRS sind. Es sind hier Pro z e n t e angegeben; die gefundenen Zahlen selbst sind schon in Tabelle 1 aufgenommen worden und können dort nachgesehen werden.

Tabelle 9.

Versuch	Von den Früchten		Von den Keimlingen blühen in %	Von den zur Blüte gelangten Pflanzen blühten erst im 2. Jahr			
	keimten in %	blühten in %		♀ + ♂ in %	von allen ♀ %	von allen ♂ %	
C + E, B + E, A + D	21 v	98,7	94,0	95,2	44,2	40,8	57,6
	22 w	95,8	92,2	96,1	48,7	40,0	70,1
	23 v	97,4	91,6	94,0	58,5	56,5	82,9
	24 w	95,4	89,4	94,0	60,3	51,7	78,1
	25 v	94,0	88,7	91,8	62,5	60,8	87,1
	26 w	97,5	91,2	93,5	64,4	56,7	84,7
zus.	96,4	91,2	94,5	56,48	51,28	77,48	

v = viel, w = wenig Pollen.

Im ersten Jahre kam also schon mehr als die Hälfte der Weibchen zur Blüte, aber noch nicht einmal der vierte Teil der Männchen. Im übrigen verhalten sich die drei Kombinationen (A + D, B + E, C + E) etwas verschieden. — Man wird auch in dieser Eigenschaft der Männchen keine Bevorzugung sehen dürfen.

Nach den Nachteilen der erwachsenen Männchen des *Rumex Acetosa*, wie sie sich in verschiedenen Eigenschaften verraten, ist es sehr wahrscheinlich, daß schon die männlichen Embryonen eine größere Sterblichkeit aufweisen als die weiblichen, ja daß auch bereits die männchenbestimmenden Pollenkörner häufiger taub oder untauglich sind. Diese verschiedenen Ursachen, zusammen mit der größeren Geschwindigkeit, mit der die weibchenbestimmenden Pollenschläuche zu den Eizellen gelangen, reichen vielleicht aus, das starke Überwiegen der Weibchen zu deuten.

Auf eine weitere Möglichkeit, dieses Verhalten zu erklären, kann hier nur noch hingewiesen werden. F. ROTH (1907) sucht es wahrscheinlich zu machen, daß wenigstens ein Teil der Embryonen apogam entsteht. Nach

allem, was wir sonst wissen, müßten sie dann weiblichen Geschlechtes sein, woraus sich wiederum ein Überwiegen der weiblichen Nachkommen ergeben würde. Der starke Erfolg, den die Bestäubung mit sehr viel Pollen hat, beweist aber jedenfalls, daß (bei meinen Versuchspflanzen) die Apogamie keine bedeutende Rolle spielen kann, denn ihre Folgen — prozentische Zunahme der Weibchen — müßten sich um so bemerkbarer machen, je weniger Blüten in einer Infloreszenz bestäubt und befruchtet werden. Die sichere Feststellung der Apogamie ist hier, wie auch ROTH angibt, durch allerlei Eigenschaften der Pflanze sehr erschwert; meine eigenen Versuche befriedigen mich noch nicht.

Zusammenstellung der Hauptergebnisse.

1. Es ist ein sehr beträchtlicher Unterschied vorhanden in der Schnelligkeit, mit der die männchenbestimmenden und weibchenbestimmenden Spermakerne zu den Eizellen gelangen.

2. Bei *Rumex Acetosa* ist also das männliche Geschlecht das heterogametische.

3. Die Konkurrenz der beiderlei Pollenkörner hat hier auf das Geschlechtsverhältnis noch mehr Einfluß als bei *Melandrium*. Beim „proximalen“ Verhältnis (nach der Aufhebung der Konkurrenz) sind mehr als doppelt bis fast viermal so viel Männchen vorhanden als beim „distalen“ (nach höchster Konkurrenz).

4. Zum Teil ist der Bau der Blüte daran schuld, der die Herstellung einer besonders scharfen Konkurrenz ermöglicht.

5. Das „spontane“ Zahlenverhältnis der Geschlechter (im Freien) ist offenbar dem proximalen ähnlich.

6. Das mechanische Geschlechtsverhältnis 1 : 1 wird auch bei Ausschluß der Konkurrenz lange nicht erreicht; je nach der Sippe fehlten bis 20 Prozent daran.

7. Der Blütenstaub der Männchen ist gut bis sehr gut. Je nach dem Individuum enthielt er 15,8 bis 1,2 Prozent untauglicher Körner.

8. Es sterben nach spärlicher Befruchtung ziemlich viel Embryonen ab (festgestellt wurden z. B. 27 Prozent).

9. Die erwachsenen Männchen zeigen eine merklich höhere Sterblichkeit als die erwachsenen Weibchen. Wahrscheinlich überwiegen unter den absterbenden Embryonen die Männchen noch mehr.

10. Die Männchen sind, wie schon SPRECHER fand, im Durchschnitt wesentlich kleiner (niedriger) als die Weibchen.

11. Die Weibchen kommen (wie schon RAUNKIÄR feststellte) viel häufiger im ersten Jahr zur Blüte als die Männchen.

Zum Schlusse danke ich Allen, die mir bei den Versuchen geholfen haben, vor allem Herrn Dr. FR. VON WETTSTEIN, Fräulein E. LAU und Frau Dr. BĚLAŘ.

Literatur.

- H. HOFFMANN, 1885. Über Sexualität. Botan. Ztg. Bd. 43, Sp. 145.
- F. ROTH, 1907. Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung *Rumex*. Diss. Bonn.
- A. SPRECHER, 1913. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex Acetosa* L. Ann. des Sc. Nat. Bot. 9^e série, XVII, S. 254.
- C. RAUNKIÄR, 1918. Über die verhältnismäßige Anzahl männlicher und weiblicher Individuen bei *Rumex thyrsiflorus* Fingerh. Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Biol. Meddelelser, I. 7. Kopenhagen.
-
- P. ASCHERSON und P. GRAEBNER, 1908—1913. Synopsis der Mitteleurop. Flora. Bd. IV.
- E. BAUR, 1912. Ein Fall von geschlechtsbegrenzter Vererbung bei *Melandrium album*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-Lehre, Bd. 8, S. 335.
- BRÜGGER, 1880. Jahrb. d. Naturf. Ges. Graubündens, XXIV, 115.
- C. CORRENS, 1907. Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes. Berlin.
- 1916. Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung bei Distelarten. Sitzb. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin, 6. April, G. A. 41, 822.
- 1917. Ein Fall experim. Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Ebenda, 13. Dez., G. A. 42, 849.
- 1921. Versuche, bei Pflanzen des Geschlechtsverhältnis zu verschieben. Hereditas, II. Bd., G. A. 52, 1188.
- WINFIELD DUDGEON, 1918. Morphology of *Rumex crispus*. Bot. Gaz. LXVI, 393.
- H. RASMUSON, 1916. Kreuzungsuntersuchungen bei Reben. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-Lehre. Bd. 17, S. 1.
- A. SCHULZ, 1890. Beitr. z. Kenntn. d. Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung b. d. Pflanzen. II. Bibl. Botan. Heft 17.
- G. H. SHULL, 1914. Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-Lehre. Bd. 12, S. 265.
- ZAPALOWICZ, 1907. Bull. intern. Acad. Sc. Galic. Cracovie IX.

59. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. VI—VII.

VI. Einige neue Fälle von Albomaculatio. VII. Über die peraurea-Sippe der *Urtica urens*.

Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften.
Bd. XXXIII, S. 460—486. 1922.

(Vorgetragen am 2. Februar 1922, zum Druck eingereicht am 16. November 1922¹.)

VI. Einige neue Fälle von Albomaculatio.

1. <i>Stellaria media</i>	S. 1182
2. <i>Senecio vulgaris</i>	„ 1188
3. <i>Taraxacum officinale</i>	„ 1193
4. <i>Hieracium Auricula</i>	„ 1198
Allgemeines über die Albomaculatio	„ 1199

1. *Stellaria media* status albomaculatus.

1914 fand ich im Botanischen Garten zu Münster i. W. als Unkraut, wenige Meter voneinander entfernt, zwei weißbunte Pflanzen. Eine davon ging durch ein Mißgeschick verloren, die andere lieferte, sich selbst überlassen, die Samen für die nachfolgenden Versuche.

1915 hatte ich von ihr, in sterilisierter Erde, als Versuch 1, 28 Sämlinge, von denen 5 deutlich weißbunt, der Rest homogen grün waren. Die bunten wurden einzeln gepflanzt, und außerdem 15 ganz grüne aufgehoben.

Die bunten Pflanzen sahen ganz wie Individuen des *Status albomaculatus* der *Mirabilis Jalapa* aus: Ein gröberes oder feineres Mosaik von grünen und gelblichweißen — jung deutlich grünlichgelblichen — Flecken, mit allen Abstufungen von homogen grünen bis homogen gelblichweißen Ästen, Blättern und Blüten, und von intensiv Grün bis Gelblichweiß, je nach der Zahl der übereinanderliegenden grünen Zellschichten. Auch die Fruchtknoten und die heranreifenden Kapseln konnten ganz deutlich gestreift sein (Fig. 1). Je schwächer bunt die Pflanze war, desto kräftiger wurde sie.

¹) Die vorliegende Abhandlung wurde in der Klasse am 2. Februar vorgetragen, ihr Druck aber zurückgehalten, weil ich im Sommer noch weitere bunte Fruchtköpfe von *Senecio* und *Taraxacum* aufnehmen und die Ergebnisse noch hineinverarbeiten wollte. Das ist wegen anderer Arbeiten nicht möglich gewesen, und die inzwischen erschienenen Untersuchungen von KONRAD NOACK über die Entwicklungsgeschichte der Periklinalchimären bei *Pelargonium* (1922) veranlassen mich, das Manuskript schon jetzt zu veröffentlichen.

Es wurden nun die aus Tabelle 1, II ersichtlichen Bestäubungen zwischen den verschiedenartigen Blüten der 5 bunten Pflanzen untereinander und denen eines normalen Individuums ausgeführt, das in Dahlem als Unkraut auf einem Topfe aufgegangen war und sich auch in einigen anderen Punkten von den aus Münster stammenden Individuen unterschied. Die Kastration der blühreifen Knospen war nur wegen der geringen Größe schwierig und wurde sehr gut vertragen. Übrigens ließen sich zuweilen auch aus schon geöffneten Blüten die Antheren mit Sicherheit entfernen (Anfang Juni um 9 Uhr vorm.); gelegentlich konnten auch weibliche Blüten benutzt werden.

Außerdem wurden an den bunten Pflanzen verschieden stark gefleckte Blüten und die Extreme, ganz grün und ganz gelblichweiß, bezeichnet und geerntet. Die ganz grünen Sämlinge waren in einem anderen Versuchsgewächshaus zusammen isoliert worden. Ebenso wurden ganz grüne Äste einer der bunten Pflanzen als Stecklinge zum Anwurzeln gebracht und wieder in einem andern Haus weiterkultiviert. Außer durch die Isolierungen war für den Schutz der Blüten nicht besonders gesorgt worden.

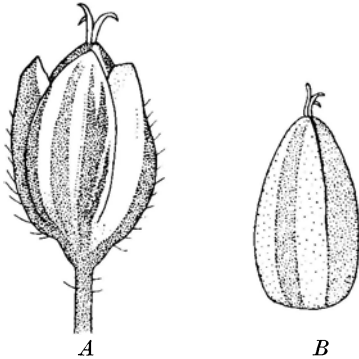


Fig. 1. *Stellaria media status albomaculatus*.

A. Kelch mit heranreifender Frucht.
B. Fast reife bunte Frucht.

Dr. O. RÖMER gez.

1916 wurde ein Teil der so erhaltenen Ernte, natürlich auf sterilisierte Erde, ausgesät. Die bunten Pflanzen gaben dreierlei Sämlinge: 1. reine grüne, 2. *albomaculata* und 3. nicht lebensfähige „*expallescens*“. Diese letzteren (schon 1919, S. 849, G. A. 47, 1016 für *Mesembryanthemum cordifolium status*

albopelliculatus beschrieben) sind zunächst ausgesprochen hellgelbgrün, etwa wie Keimlinge einer *chlorina*-Sippe, werden aber, nach vollendeter Entfaltung der Kotyledonen, blasser und blasser, bis sie zuletzt fast (aber nicht ganz) rein weiß sind und eingehen, indem sie von den Kotyledonenspitzen aus unter Bräunung vertrocknen, nach etwa zwei bis höchstens drei Wochen. Die bunten Sämlinge waren sehr verschieden stark *albomaculata* und dem parallel, bei gleichem Alter, sehr verschieden groß, von kleinsten, fast völlig blassen, steckenbleibenden bis zu ganz großen, fast rein grünen.

Das Ergebnis der Auszählung — bei den grünen wurde wo möglich das dritte Laubblattpaar abgewartet — bringt Tabelle 1.

1916 wurden aus den Versuchen 10, 18, 19, 24, 31, 32, 33, 34 einige ganz grüne Sämlinge aufgehoben, einzeln gepflanzt und in verschiedenen Versuchshäusern — nur 10, 18 und 19 kamen in dasselbe Haus — ohne weiteren Schutz isoliert. 1917 wurden die davon geernteten Samen (zum Teil) — auf sterili-

Tabelle 1.

I. Sich selbst überlassene Blüten.

Blüten und Kapseln	Versuchs-pflanze	Nr. des Versuchs	Gesamt-zahl	<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>	
					inProz.		inProz.		inProz.

1. Nachkommen der bunten Pflanze.

A. Bunte Nachkommen.

1. rein gelblich-weiß . . .	1 B	2 ¹⁾ { ^a	64	64	126	100	—	—	—	—		
		^b	62	62								
2. fast rein gelblich-weiß . . .	1 C	9{ ^a	121	121	186	100	—	—	—	—		
		^b	65	65								
3. sehr stark bunt . . .	1 C	11{ ^a	205	61	118	58	39	81	40	5	6	2,9
		^b		57			42			1		
4. stark bunt	1 B	4	36	11	31	21	4	58	—	4	11,0	
		1 C	12	9	5							56	4	44
5. halb bunt	1 C	13{ ^a	125	50	101	42	50	109	39	25	51	19
		^b	136	51			59			26		
6. mäßig bunt	1 C	14	76	14	18	28	37	—	—	34	45	
		7. wenig bunt	1 B	5{ ^a	75							9	11	5	18	73	33	48	136	62
		^b	67	1			25			41		
		^c	78	1			30			47		
8. fast rein grün	1 C	15	89	6	6,7	30	34	—	—	53	60	
		1 C	16	85	6							7,1	18	21	61	72
9. rein grün	1 C	17{ ^a	205	1	2	0,6	4	7	2,3	200	294	95
		^b	66	1			3			62		
		^c	32	—			—			32		
a) Einzelblüten von bunten Ästen	1 B	6	21	—	—	9	43	—	—	12	57	
b) rein grüne Äste	1 B	7 ²⁾ { ^a	87	—	—	—	—	1	0,3	87	322	99,7
		^b	96	—			1			95		
		^c	140	—			—			140		
c) rein grüne Stecklinge	1 B	8 ³⁾	120	—	—	—	—	—	—	120	100	

B. Rein grüne Nachkommen.

d ₁	25	42	—	—	—	—	—	42	100
d ₂	26	21	—	—	—	—	—	21	100
e ₁	27	34	—	—	—	—	—	34	100
e ₂	28	23	—	—	—	—	—	23	100
f ₁	29	25	—	—	—	—	—	25	100
f ₂	30	61	—	—	—	—	—	61	100
Zusammen	—	206	—	—	—	—	—	206	—

2. Nachkommen der typisch grünen Versuchspflanze.

T	31{ ^a	64	—	—	—	—	—	64	158	100
	^b	94	—	—	—	—	—	94		

1) Ausgesät 174 Samen. 2) Ausgesät 452 Samen. 3) Ausgesät 121 Samen.

II. Bestäubungen.

	♀	♂	Nr. des Ver- suchs	Ge- samt- zahl	<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>			
					in Proz.	in Proz.	in Proz.	in Proz.				
I C	ganz gelblich × ganz grün . . .	. . .	22	43	43	100	—	—	—	—	
			23	6	6	100	—	—	—	—		
			bunt	× ganz gelblich	18	34	16	47	12	35	6	18
					21	7	7	64	3	27	1	9
			ganz grün	× ganz gelblich	19	16	—	—	—	—	16	100
20	5	—			—	—	—	5	100			
II	ganz grün × I C	ganz gelblich	32	43	—	—	—	—	43	100		
			bunt	34	8	—	—	—	—	8	100	
				33	28	—	—	—	—	28	100	

sierte Erde — ausgesät. Diesmal wurden die Töpfe zunächst mit Glasscheiben gedeckt und erst nach Eintritt der Keimung mit — selbstverständlich sterili- sierter — Erde überstreut, da ich einen deutlich fördernden Einfluß des Lichtes beobachtet hatte. Auch hier erfolgte die definitive Auszählung womöglich nach Entfaltung des zweiten oder dritten Laubblattpaares. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis.

Tabelle 2.

Nachkommen sich selbst überlassener ganz grüner Pflanzen.

Aus Ver- such	Ver- suchs- pflanze	Nr. des Ver- suchs	<i>ex- pales- cens</i>	<i>alboma- culata</i>	<i>typica</i>	Aus Ver- such	Ver- suchs- pflanze	Nr. des Ver- suchs	<i>ex- pales- cens</i>	<i>alboma- culata</i>	<i>typica</i>	
A. Aus der Nachkommenschaft von <i>albomaculata</i> -Pflanzen						32	A	59	.	.	409	
10	B	36	.	.	178		B	60	.	.	.	287
		C	37	.	.		348	C	61	.	.	346
								D	62	.	.	231
10 zusammen		2	.	.	526		E	63	.	.	267	
							F	64	.	.	427	
B. Aus der Verbindung ♀ bunt + ♂ ganz gelblich.							G	65	.	.	328	
18	B	39	.	.	264		H	66	.	.	362	
		C	40	.	.		220	I	67	.	.	267
								K	68	.	.	251
18 zusammen		2	.	.	484		L	69	.	.	301	
							M	70	.	.	318	
C. Aus der Verbindung ♀ ganz grün + ♂ ganz gelblich							N	71	.	.	252	
19	A	41	.	.	299		O	72	.	.	294	
		B	42	.	.	287	P	73	.	.	229	
		C	43	.	.	159	32 zusammen	15	.	.	4569	
		D	44	.	.	257	34	A	74	.	.	268
		E	45	.	.	214		B	75	.	.	168
		F	46	.	.	220		C	76	.	.	205
					D	77		.	.	353		
19 zusammen		6	.	.	1436	E	78	.	.	83		
						34 zusammen	5	.	.	1077		
					C zusammen	26	.	.	7082			

Alle einmal ganz grünen Pflanzen gaben demnach, gleichgültig, wie sie entstanden waren, nur ganz grüne Nachkommen. Es ist freilich nicht ausgeschlossen, daß der eine oder andere Sämling nachträglich noch bunt geworden wäre. Ein einziges Mal wurde die Änderung direkt beobachtet: Aus Versuch 10 war mit zwei anderen ein Sämling A als rein grün isoliert worden, der, einen Monat später, einzelne etwas weißbunte Äste zeigte. Seine als Versuch 35 ausgesäten Samen brachten denn auch neben 145 rein grünen 10 *expallescens* und 1 *albomaculata*-Keimling hervor.

Nach den Versuchsergebnissen liegt also bei der bunten *Stellaria media* der typische *albomaculatus*-Zustand vor.

1. Die rein gelblichweißen Blüten geben nur blasse, nicht lebensfähige Nachkommen („*expallescens*“), wie immer sie auch bestäubt werden, ob mit eigenem Pollen (Versuch 2, 9) oder mit dem ganz grüner Blüten (Versuch 22, 23).

2. Die rein grünen Blüten bringen nur rein grüne, völlig normale Nachkommen hervor. Es ist ebenfalls gleichgültig, wie sie bestäubt werden, ob mit dem Pollen ganz gelblichweißer Blüten (Versuch 19) oder mit dem bunter (Versuch 20) und ganz grüner Blüten, und hier ist es wieder einerlei, ob Selbstbefruchtung einzelner ganz grüner Blüten an bunten Ästen (Versuch 17 c) oder an homogen grünen Ästen (Versuch 7, 8) erfolgt. Nur ist offenbar die Entscheidung darüber, ob eine Blüte rein grün oder noch etwas bunt ist, bei bunten Ästen schwer, und gaben deshalb Versuch 17 a und b nicht, wie erwartet wurde, ausschließlich rein grüne Nachkommen. Blüten einer anderen, normalen Sippe verhalten sich dem Pollen bunter und ganz gelblichweißer Blüten gegenüber wie die grünen einer bunten Pflanze (Versuch 32—34).

3. Die deutlich bunten Blüten geben wieder dreierlei Nachkommen: ganz gelblichweiße, bunte und ganz grüne, wie immer sie auch bestäubt werden mögen: mit eigenem Pollen oder dem rein weißer Blüten (Versuch 18) oder dem ganz grüner (Versuch 21). Je stärker weiß die Blüte (respektive die Kapsel) ist, desto mehr blasse (*expallescens*-) Keimlinge gehen auf. Die Tabelle I, 1 A zeigt das an sieben Stufen von fast ganz gelblichweiß bis fast ganz grün; Blüten ungleicher Herkunft, die aber in dieselbe Stufe gebracht worden waren, geben eine annähernd ähnlich zusammengesetzte Nachkommenschaft.

4. Ein einmal grüner Nachkomme bringt keine bunten oder gelblichweißen Sämlinge hervor, auch wenn zu seiner Erzeugung der Pollen einer rein weißen Pflanze verwendet worden war (Tabelle 2, Versuch 36—78, zusammen 8092 Sämlinge).

Gegenüber der *Mirabilis Jalapa* hat die *Stellaria media* den Vorteil, daß man leicht große Zahlen erhalten kann.

2. *Senecio vulgaris* status *albomaculatus* (?).

Die weißbunte Stammpflanze wurde Anfang August 1914 in einer Gärtnerei in Münster i. W.¹⁾ gefunden, eingetopft und isoliert. Sie sah in allen Punkten wie eine *albomaculata* aus (vergl. S. 1183); auch bei den Blütenköpfchen bewegte sich die Farbe der Hüllblätter und Außenkelchschüppchen — soweit diese nicht geschwärzt waren — zwischen grünlich gelblich über bunt bis ganz grün. Während aber bei Blatt und Stengel schließlich reines Weiß auftritt, bleiben die Köpfchen deutlich grüngelblich. Die der Sippe eigene Anthocyanbildung war an den farblosen Stengeln und Stengelstreifen auffallend viel intensiver (nicht nur sinnfälliger) als an den grüngefärbten.

Es wurden nun Fruchtköpfchen der einfarbigen (extremen) Färbungen und verschieden stark bunte (mit Fäden) markiert, getrennt geerntet und 1915 auf sterilisierte Erde ausgesät. Das Ergebnis bringt Tabelle 3.

Tabelle 3. Nachkommen der ersten bunten Pflanze.

Nr. des Ver- suchs	Farbe der Hüllblätter des Köpfchens	Gesamt- zahl	<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>	
				inProz.		inProz.		inProz.
1	ganz gelblich	95	95	100	—	—	—	—
2	überwiegend gelblich . . .	20	3	15	3	15	14	70
3	halb grün, halb gelblich . .	47	13	28	3	6,4	31	66
4	überwiegend grün	187	2	1,1	40	21	145	77
5	ganz grün und fast ganz grün	16	—	—	—	—	16	100
6	ganz grün.	374	—	—	1	0,3	373	99,7

Die ganz gelblichweißen Köpfchen gaben ausschließlich Sämlinge, die zunächst noch so grün waren, daß sie sich von gleichaltrigen normalen nicht immer ganz leicht unterscheiden ließen. Bald wurden sie aber blasser und blasser und gingen nach 5 bis höchstens 10 Tagen stets ein, ohne je mehr als die Kotyledonen entfaltet zu haben, indem sie von der Spitze der Kotyledonen aus vertrockneten²⁾. Es waren also typische *expallescens*.

Von den verschieden stark bunten und den grünen Sämlingen wurden einige aufgehoben und sich selbst überlassen, wobei wieder einzelne Köpfchen, je nach dem Grade ihrer Buntheit verschieden, markiert wurden. Die Ernte säte ich 1916 aus. Bei den ganz grünen Keimlingen wurde wo möglich gewartet, bis sie das dritte oder vierte Blatt entfaltet hatten, ehe sie ausgezogen und gezählt wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

¹⁾ Von dem inzwischen verstorbenen Diener des Botanischen Instituts A. KAPPENBERG,

²⁾ 245 *typica*-Keimlinge mit entfalteteten Kotyledonen wogen 0,353 g, einer also durchschnittlich 1,44 mg. 144 gleichalte *expallescens*-Keimlinge wogen 0,144 g, einer also durchschnittlich 1,00 mg. Sie wurden mit 96 prozentigem Alkohol, je 1 cm³ auf 0,01 g ausgezogen. Die Intensität der Lösung aus den *expallescens* verhielt sich zu der aus den *typica* wie 65 : 100, soweit die kolorimetrische Bestimmung bei dem Unterschied in der Nuance — die *expallescens*-Lösung war deutlich gelber — möglich war.

Tabelle 4. Nachkommen von *albomaculata*-Pflanzen.

Köpfchenhülle	Ver- suchs- pflanze	Nr. des Ver- suchs	Gesamt- zahl	<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>		
					inProz.		inProz.		inProz.	
1. rein gelblichweiß . . .	Bd	9	22	22	100	—	—	—	—	
	Bc	15 ^a 15 ^b	79 33	112	79 33	112	100	—	—	
	Bd ₁	22	22	22	100	—	—	—	—	
2. überwiegend gelblich- weiß	Bd ₂	29 ^a 29 ^b 29 ^c	76 111 46	233	111 46	233	100	—	—	
	Bd ₁	10	5	—	—	3	60	2	40	
3. zur Hälfte gelblichweiß	Bd ₂	30	33	20	61	—	—	13	39	
	Bc	17	31	15	48	16	52	—	—	
	Bd ₁	25	48	23	47	9	18	16	33	
4. mittelstark bunt . . .	Bd ₂	31	43	11	26	4	9,3	28	65	
	Bb	11	7	5	71	—	—	2	29	
	Bd ₁	23 ^a 23 ^b	40 49	89	18 21	39	44	12 8	20	22
5. ziemlich stark grün .	Bd ₁	26 ^a 26 ^b 26 ^c 26 ^d	56 36 33 36	161	5 3 5 —	13	0,8	8 5 1	15 29	18
	Bd ₂	32	47	14	30	10	21	36	23	49
6. überwiegend grün . . .	Bc	19	37	5	13	8	21	24	65	
	Bd ₁	27	44	—	—	3	6,8	41	93	
	Bd ₂	33	49	8	16	8	16	33	67	
7. fast ganz grün	Bb	14	6	—	—	—	—	6	100	
	Bd ₁	20 ^a 20 ^b 20 ^c	59 167 315	541	—	—	—	59	—	
	Bc	20 ^b 20 ^c	167 315	541	—	—	1	0,2	166	540
8. ganz grün	Bd ₂	34	92	—	—	4	4,3	88	95,7	
	Bc	21	144	—	—	—	—	144	100	
9. grüner Ast	Bd ₂	34	92	—	—	4	4,3	88	95,7	
	Bc	21	144	—	—	—	—	144	100	

1916 waren nochmals verschieden stark bunte Köpfchen markiert und die Ernte 1917 ausgesät worden; das Ergebnis stimmte mit dem der beiden vorangehenden Jahre überein, so daß ich glaube auf seine Wiedergabe verzichten zu können.

Außerdem waren 1916 Sämlinge, die für ganz grün gehalten worden waren und teils aus bunten, teils aus ganz grünen Köpfchen bunter Pflanzen stammten, aufgehoben und, die aus demselben Versuch stammenden zusammen, in verschiedenen Versuchsgewächshäusern isoliert worden. Die Aussaat erfolgte 1917 in sterile Erde, die Auszählung, sobald das dritte oder vierte Laubblatt entwickelt war. Zu Tabelle 5 sind die Ergebnisse zusammengestellt (4715 Keimlinge von 17 Versuchspflanzen).

Tabelle 5.

Nachkommen sich selbst überlassener ganz grüner Pflanzen.

Aus Versuch	Nr. des Ver- suchs	ex- palles- cens	albo- macu- lata	typica	Aus Versuch	Nr. des Ver- suchs	ex- palles- cens	albo- macu- lata	typica
10 (Hülle überwie- gend gelblich- weiß)	35	—	—	220	30 (Hülle überwie- gend gelblich- weiß)	55	—	—	355
	36	—	—	292		56	—	—	395
11 (Hülle mittel- stark bunt)	37	—	—	275		57	—	—	255
	38	—	—	290		58	—	—	220
14 (Hülle ganz grün)	40	—	—	134		59	—	—	343
	41	—	—	182		60	—	—	127
	42	—	—	131		61	—	—	477
						62	—	—	395
						63	—	—	382
						64	—	—	242

Eine einmal grün gewordene Pflanze gibt demnach ausschließlich homogen grüne Nachkommen, mag sie nun aus einem sehr stark bunten oder einem fast grünen oder ganz grünen Köpfchen stammen.

Es verhält sich also nach den Ergebnissen der drei Jahre der weißbunte *Senecio vulgaris* bei Selbstbefruchtung genau wie der *status albomaculatus*. Je mehr Gelblichweiß an den Köpfchen ist, desto mehr *expallescens* und bunte Keimlinge treten auf, im Extrem nur *expallescens*. Je mehr Grün an den Köpfchen ist, desto mehr homogen grüne Keimlinge gehen auf, im Extrem nur ganz grüne.

Um zu völliger Gewißheit über die Zugehörigkeit zum *status albomaculatus* zu gelangen, müßte noch das Verhalten der Verbindungen ♀ grün + ♂ weiß und ♀ weiß + ♂ grün bekannt sein. Kastration ist aber so gut wie unmöglich, und für Bastardierungen besaß ich keine anderen, deutlich genug unterschiedenen Sippen des *Senecio vulgaris*. Speziell waren alle Bemühungen, eine *Chlorina*-Sippe zu finden, vergeblich, und Versuche, die Art mit den selbststerilen Arten *S. vernalis* und *S. nebrodensis* zu kreuzen, schlugen fehl, obschon ich den Bastard *S. vernalis* + *vulgaris* alljährlich in einigen Exemplaren spontan beobachtet habe.

TROW (1916, S. 73) erwähnt bunte Exemplare des *Senecio vulgaris*, die er wildwachsend gefunden hat und deren Beschreibung gut auf unsere Form paßt. Er berichtet auch über einen Versuch mit einer derselben. Die Pflanze wurde im Garten isoliert und von den weißesten Teilen (die immerhin noch hellgrün gesprenkelt waren) Früchtchen geerntet. Vier Köpfchen wurden ausgesät. Die meisten Keimlinge waren „weiß oder gelbgrün“ und starben

nach ungefähr einer Woche ab. Außerdem wurden 13 grüne und 17 gelbgrüne Keimlinge beobachtet. 4 und 7 blieben am Leben. Alle wurden mehr oder weniger stark gescheckt, „there were no pure greens“. Damit bricht der Versuch ab. Unsere Pflanze unterscheidet sich durch das Auftreten rein grüner, konstanter Nachkommen. Man könnte annehmen, sie hätten bei Trow's Versuch nur zufällig gefehlt. Bei unseren Versuchen war die Zahl der bunten Sämlinge aber kleiner, gewöhnlich sehr viel kleiner als die der rein grünen, sobald die Aussaat einigermaßen umfangreich war.

Es schien mir möglich, hier in der Frage nach der Entstehung der bunten Sämlinge einen Schritt weiter zu kommen, indem ich das Verhalten der einzelnen Früchtchen der bunten Köpfe — aus denen ja die bunten Pflanzen ausschließlich stammten — bei der Keimung ermittelte, nachdem ihre Lage auf dem Fruchtboden festgestellt worden war.

Die ausgesuchten Köpfchen wurden nach dem Abblühen mit farbigen Fäden markiert. Sobald sie reif waren und sich zu öffnen begannen, wurden die einzelnen Früchtchen sorgfältig mit einer feinen Pinzette abgenommen und der Reihe nach sofort auf nasses Filtrierpapier in einer großen Petrischale zum Keimen ausgelegt. Ein beliebiges Früchtchen auf dem Fruchtboden erhielt die Nummer 1, dann folgten, zentripetal und zentrifugal, die übrigen derselben Parastiche, soweit sich diese nach (außen und) innen verfolgen ließ. Fast immer benutzte ich die 8er-Zeilen. Der Übergang zur nächsten Parastiche erfolgte dann in einer 13er-Zeile, womöglich an der Peripherie des Köpfchens. Die einzelnen Früchte wurden mit ihren Nummern auf einer Zeichnung festgehalten oder in vorbereitete Schemata (Diagramme) eingetragen, von denen ich zweierlei, mit links und mit rechts ansteigenden 8er-Zeilen, vorbereitet hatte. Um die Mitte des Fruchtbodens wurde die Stellung einiger Früchtchen durch Einstoßen verschieden langer, feiner Glasnadeln in die auf dem Fruchtboden zurückbleibenden Narben markiert, und mit dem Prisma eine Zeichnung der mittleren Partie des Fruchtbodens mit diesen Marken entworfen. In den meisten Fällen wurde auch noch die Färbung der Hüllblätter und ihr Anschluß an die Früchtchen festgestellt.

Mit Hilfe dieser Zeichnungen und dem während der Arbeit ausgefüllten Diagramm wurde dann eine „Karte“ des Fruchtbodens rein empirisch entworfen, indem kleine Pappscheiben, die mit den Zahlen der Früchtchen — zwischen 50 und 60 — versehen worden waren, in den 8er-Zeilen gelegt wurden. Trotz aller Vorsicht mögen in einzelnen Fällen, besonders im Innern der Köpfchen, kleine Abweichungen bei der Rekonstruktion unterlaufen sein.

Den Früchtchen waren für die Aussaat die Stellen schon durch Kreuze auf dem Fließpapier vorgezeichnet; es waren je 5 in 12 Reihen. Ein ent-

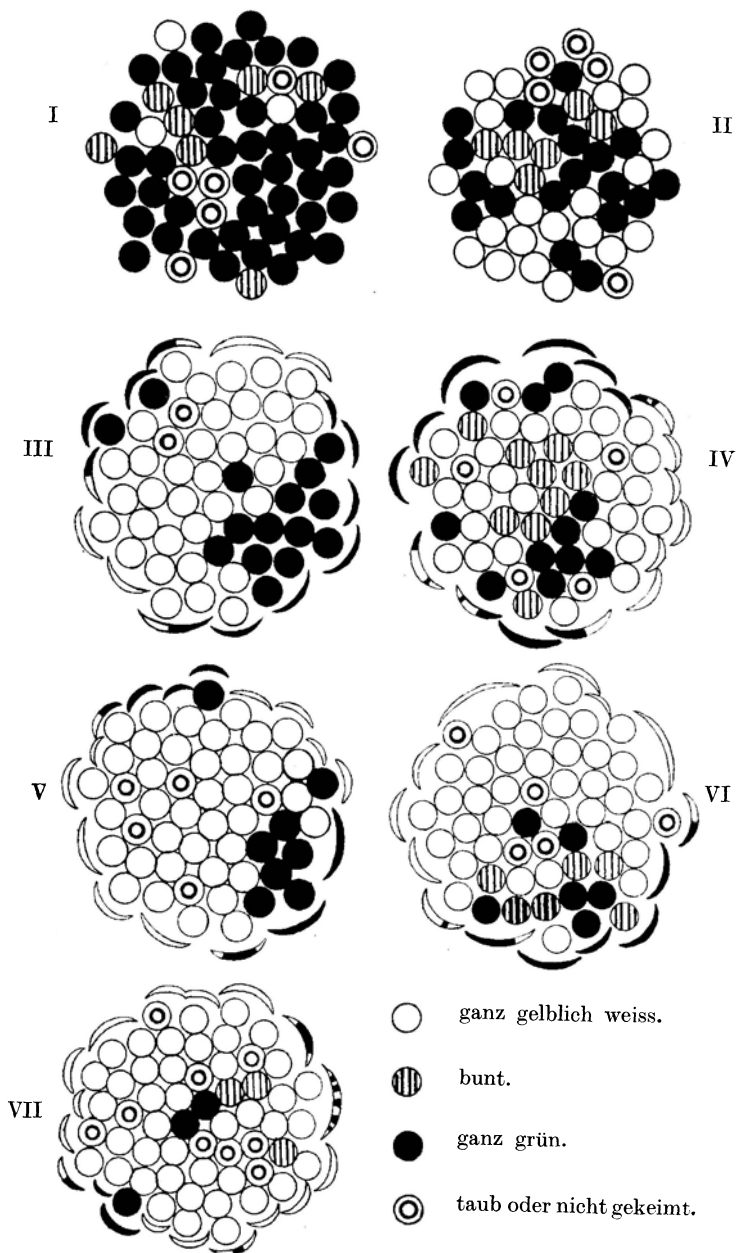


Fig. 2. *Senecio vulgaris status albomaculatus*; „Karten“ über die Verteilung der Früchtchen mit *expallescens*-, *albomaculatus*- und *typicus*-Embryonen über den Fruchtboden von 7 Köpfchen; bei III—VII sind auch die Hüllblätter eingetragen.

sprechendes Schema diente bei der Untersuchung und Notierung der Keimlinge. Wider meine Erwartung waren stets einzelne Fruchtknoten im Köpfchen taub geblieben, und es keimten auch einzelne für gut gehaltene Früchtchen nicht, so daß die Absicht, über jede Blüte eines Köpfchens Auskunft zu erhalten, nie ganz erreicht wurde.

Fig. 2 gibt die 7 gelungenen Versuche wieder. Die folgende kleine Tabelle gibt die (daraus abzulesende) Zusammensetzung der einzelnen Köpfchen.

Tabelle 6 (zu Abbildung 2).

Köpfchen- nummer	Blüten- zahl	taub oder nicht gekeimt		ge- keimt	davon					
					<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>	
			in Proz.			in Proz.		in Proz.		in Proz.
I	60	5	8,3	55	3	5	7	13	45	82
II	49	5	10,2	44	22	50	6	14	16	36
III	52	2	3,8	50	35	70	—	—	15	30
IV	52	5	9,6	47	26	55	10	21	11	23
V	51	5	9,8	46	38	83	—	—	8	17
VI	55	5	9,1	50	38	76	6	12	6	12
VII	55	8	15,0	47	41	87	3	6	3	6

Soweit auch die Hüllblätter auf ihre Färbung untersucht worden waren (Fig. 2, III—VII), zeigen sie, daß sich das Mosaik des Fruchtbodens ziemlich eng an das der Hülle anschließt. Zwei Köpfchen (III, V) gaben keinen bunten Keimling. Bei den übrigen stehen die Früchtchen, die bunte Keimlinge gaben, im allgemeinen auf der Grenze zwischen denen, die ganz grüne, und denen, die ganz gelbliche gaben. Eigenartig ist die Häufung der bunten auf gewissen Abschnitten der Grenze zwischen den ganz grünen und ganz gelblichen (II oben, IV Mitte, VI unten), während sie auf anderen Abschnitten der Grenze fehlen.

3. *Taraxacum officinale* status *albomaculatus*?

Bei dieser bunten Pflanze mußten, wegen der allbekannten apogamen Keimbildung, die experimentellen Daten noch einseitiger bleiben als bei dem bunten *Senecio vulgaris*. Trotzdem ist an ihrer Zugehörigkeit zum *albomaculatus*-Typus kaum zu zweifeln.

Ausgangspunkt der Versuche waren zwei zu verschiedenen Zeiten in der Umgebung von Münster i. W. gefundene Pflanzen, von denen die eine, A, im Durchschnitt immer stärker bunt blieb als die andere, B. Das Aussehen mit seinem gröberen und feineren Mosaik und der anatomische Bau entsprachen ganz einer *albomaculata*, nur daß die blassen Stellen gewöhnlich ausgesprochen grünlichgelblich waren. Es traten auch ganz grüne und ganz blasse Seitenrosetten auf. Die Blütenschäfte nahmen, wie die Hüllblätter der Köpfchen, entsprechend dem Blatt, aus dessen Achsel sie entsprangen, an der Scheckung teil; bunte waren gewöhnlich sehr deutlich sektorial gestreift. Die anatomische

Untersuchung des ausgewachsenen Blattes ergab eine völlig scharfe Scheidung der grünen und blassen Flecken und Zellen; die grünlichgelblichen enthalten natürlich kleinere, blässere, aber ganz deutliche Plastiden.

Die Ernte eines teilweise bunten Kopfes der Pflanze A wurde 1915 ausgesät und gab, als Versuch 2, sehr viel ganz grüne Keimlinge (88) und wenig bunte (5) und blasse, absterbende (4). Diese letzteren, zunächst (schmutzig) hellgrün, mit sehr deutlichen blassen Chloroplasten im Mesophyll und gleichaltrigen *typica*-Keimlingen oft sehr ähnlich, kamen nie über das Stadium mit entfalteten Kotyledonen hinaus, wurden immer heller und gelber und starben blaßbergs gelb gefärbt, etwa eine Woche alt, von den Kotyledonarspitzen aus ab¹⁾. Sie sollen auch *expallescens* genannt werden, obschon die definitive Färbung nicht rein weiß ist.

Von den Stammpflanzen A und B wurden 1915 Blütenköpfe — ohne Schutz, im Gewächshaus — nach der Färbung der Hüllkelchblätter markiert und getrennt geerntet. Das Ergebnis der Aussaat im Jahre 1916 ist in Tabelle 7

Tabelle 7. Nachkommen der ersten bunten Pflanzen.

Ver-suchs-pflanze	Köpfchenhülle	Ver-suchs-num-mer	Gesamt-zahl	<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>	
					inProz.		inProz.		inProz.
A	sehr stark gelblichweiß	3 a	39	36	63	3	—	—	—
		b	31	27	90	2	5	7,1	2
	mehr als zur Hälfte gelblichweiß	4 a	32	12	23	4	9	16	15
		b	26	11	40	2	4	15	11
	stark bunt	5 a	13	10	19	73	2	4	15
		b	13	9	—	—	2	—	2
rein grün	6 a	36	—	—	—	1	1	35	
	b	34	—	—	—	—	1,4	34	
B	wenig bunt	7 a	44	7	17	3	8	10	34
		b	36	10	21	5	8	21	55
	rein grün	8	12	—	—	—	1	8,3	11
		9 a	8	—	—	—	1	—	7
	b	10	—	—	—	6	7	39	4
	10	8	—	—	—	1	13	7	87

zusammengestellt. Die Früchtchen eines Kopfes waren meist in zwei Portionen, a und b, geteilt worden; sehr kleine Zahlen sind in der Tabelle aber wieder zusammengezogen.

Je mehr bei den Köpfen die grüngelbe Färbung vorwiegt, desto mehr *expallescens*-Keimlinge bringen sie, neben bunten und grünen, hervor. Daß

¹⁾ 93 solche *expallescens*-Keimlinge aus einem der späteren Versuche wogen, unter den Kotyledonen abgeschnitten, 0,106 g (einer also 1,14 mg) und 58 gleich alte *typica*-Keimlinge, ebenso behandelt, 0,105 g (einer also 1,81 mg). Sie wurden mit 96 prozentigem Alkohol, 10 cm³ auf 0,1 g, extrahiert. Die Lösung aus den *expallescens*-Keimlingen war deutlich gelber; die Intensität machte etwa 50 Prozent von der *typica*-Lösung aus.

die für rein grün gehaltenen Köpfe einzelne, einmal sogar ziemlich viel bunte Nachkommen gaben, beruht wahrscheinlich darauf, daß sie in Wahrheit nicht ganz grün waren.

1916 waren auch von den drei aufgehobenen bunten Sämlingen des Versuches 2 einige Blütenköpfe nach ihrer Buntheit markiert und getrennt geerntet worden; die Ernte, 1917 ausgesät, gab die in Tabelle 8 zusammengefaßten Resultate. Es sind auch gleich einige weitere Versuche — Fortsetzungen der Versuche 3—6 und 14 — in sie aufgenommen worden.

Tabelle 8. Nachkommen bunter Pflanzen.

Köpfchenhülle	Versuchs- pflanze	Versuchs- num- mer	Zahl der Köpf- chen	Ge- samt- zahl	<i>expallescens</i>		<i>albomaculata</i>		<i>typica</i>					
						inProz.		inProz.		inProz.				
1917														
1. ganz gelblich . . .	2 AA	11	a	2	227	227	—	—	—	—				
			b	1	174	174	—	—	—	—				
			c	1	197	197	—	—	—	—				
	2 AB	18	a	1	161	161	—	—	—	—				
			b	1	194	420	194	420	100	—				
			c	1	165	165	—	—	—	—				
	2 AC	15 ²⁾	1	150	150	100	—	—	—	—				
	14 A	23	2	58	58	100	—	—	—	—				
2. sehr stark bunt . . .	2 AA	12	1	145	117	81	14	9	14	9				
											15 ³⁾	1	175	129	74	15	8,6	31	18
	2 AB	16	1	210	200	95	6	3	4	2				
3. mäßig stark bunt	2 AB	19	1	132	107	82	6	4,5	19	14				
											20	1	171	106	62	20	12	45	26
	21	1	123	86	70	19	15	18	15					
4. wenig bunt . . .	2 AA	13	1	17	5	29	1	6	11	65				
											2 AA	14	a	1	182	336	25	26	7,7	20	25	7,7	137	285	85
			b	1	154	1	5	20	5	148	285	85		
5. sehr wenig bunt . . .	14 A	24	1	83	—	—	3	3,6	80	96				
											2 AB	22	1	177
	14 A	25	a	1	58	127	—	—	—	58	127	100		
			b	1	69	—	—	—	69	127	100			
1920														
ganz gelblich	3—6	T	113	1	52	52	100	—	—	—	—			
fast ganz gelblich . . .	V	117	1	107	83	78	19	18	5	4,7				
⁵ / ₈ gelblich	T	114	1	37	15	41	11	30	11	30				
mittel stark bunt . . .	U	115	1	108	20	19	34	31	54	50				
											V	116	1	123	44	36	36	29	43	35

Das Ergebnis stimmt mit dem der Tabelle 7 überein, nur ist es, entsprechend dem größeren Umfang und wohl auch wegen der schärferen Erfassung der Abstufungen von ganz grün bis zu ganz grünlichgelblich, noch deutlicher.

¹⁾ Sehr stark bunter, winzig bleibender Sämling. ²⁾ Am Schaft ein schmaler, grüner Streifen. ³⁾ Schaft anscheinend ganz gelblich.

1916 und 1919 waren Fruchtköpfe von Nachkommen bunter und grüner Sämlinge der beiden bunten Stammpflanzen geerntet worden, die schon als Keimlinge für rein grün gehalten worden waren, und alle auch so blieben. Tabelle 9 bringt das Ergebnis der Aussaaten.

Tabelle 9. Nachkommen ganz grüner Pflanzen, die von bunten stammten. Je ein Fruchtkopf ausgesät.

Ver- suchs- pflanze	Nummer des Versuchs	<i>expallescens</i>	<i>albomaculata</i>	<i>typica</i>	Ver- suchs- pflanze	Nummer des Versuchs	<i>expallescens</i>	<i>albomaculata</i>	<i>typica</i>	Ver- suchs- pflanze	Nummer des Versuchs	<i>expallescens</i>	<i>albomaculata</i>	<i>typica</i>			
1917																	
3—6 A	30	—	—	214	3—6 H	37	—	—	62	3—6 P	43	—	—	135			
B	31	—	—	86	J	38	—	—	96	Q	44	—	—	146			
D	33	—	—	115	K	39	—	—	58	7 A	46	—	—	116			
E	34	—	—	51	L	45	—	—	62	B	47	—	—	50			
F	35 ^a	—	—	118	M	40	—	—	96	E	50	—	—	65			
	^b	—	—	227	N	41	—	—	12	8 A	53	—	—	31			
G	36	—	—	27	O	42	—	—	168	B	54	—	—	18			
zusammen													1948				
1919																	
12 A	58	—	—	212	21 A	85	—	1	228	13 G	76	—	—	155			
B	59	—	—	199		130	—	—	152	aus wenig bunt	H	77	—	1	161		
	120	—	—	197		131	—	—	187		126	—	—	—	65		
	121	—	—	198		86	—	—	205		127	—	—	—	185		
C	60	—	—	212		B	133	—	—	188	J	78	—	—	77		
D	61	—	—	112			C	87	—	—	200	K	79	—	—	223	
E	62	—	—	173			D	88	—	—	114	L	80	—	—	215	
F	63	—	—	205		E	89	—	—	206	aus ganz grün	24	96	—	1	166	
G	64	—	—	195		F	90	—	—	183		25 A	106	—	—	39	
H	65	—	—	113		G	91	—	—	192		B	97	—	—	100	
J	66	—	—	205	H	92	—	—	150	C		98	—	—	182		
K	67	—	—	220	J	93	—	—	166	D		99	—	—	200		
L	68	—	—	153	K	94	—	—	197	E		100	—	—	197		
M	69	—	—	155	L	95	—	—	200	F		101	—	—	95		
N	70	—	—	177	aus wenig bunt	13 A	71	—	—	167		G	102	—	—	192	
16 A	81	—	—	204		B	72	—	—	207		H	103	—	—	202	
	B	82	—	103		C	73	—	—	196		J	104	—	—	37	
	C	83	—	173		D	74	—	—	199	K	105	—	—	10		
	D	84	—	—		200	E	75	—	—	113	zusammen			—	1	2501
zusammen				—	3406	zusammen				1	3450	Alle Nummern			—	2	9357

Unter den 11 305 Keimlingen, die womöglich bis zur Entfaltung des dritten oder vierten Blattes aufgehoben wurden, waren nur 2, die etwas bunt waren. Bei Versuch 77 fand sich einer, dessen drittes Blatt schwach, aber sicher bunt war, alles weitere war grün. Und bei Versuch 85 hatte einer das erste bis dritte Laubblatt sicher bunt, das vierte war spurenweise bunt, das

fünfte und die folgenden waren ganz grün. Beide Pflanzen wurden noch längere Zeit weiter kultiviert und blieben homogen grün. Alle andern Keimlinge waren rein grün, ein *expallescens* trat nicht auf.

Das Ergebnis aller Versuche zusammengenommen entspricht, obwohl hier die Embryonen apogam entstehen, genau dem bei *Senecio vulgaris* mit seinen geschlechtlich erzeugten Embryonen. Je mehr die Hüllblätter der Köpfchen grünlich-gelblich gefärbt sind, desto mehr *expallescens*-Keimlinge gehen daraus hervor, im Extrem nur *expallescens*; je grüner sie sind, desto mehr rein grüne Keimlinge findet man, im Extrem nur grüne. Eine Pflanze, die einmal rein grün ist, bringt nur ihresgleichen hervor. Bei den beiden zunächst bunten Sämlingen der Versuche 77 und 85 handelt es sich wohl um neu aufgetretenes Bunt und nicht um ein Versehen bei der Auswahl der Mutterpflanze.

Auch bei *Taraxacum* habe ich (1917) versucht, mir bei Fruchtköpfen, deren bunte Hüllblätter eine bunte Nachkommenschaft erwarten ließen, Einblick in die Verteilung der verschiedenartigen Embryonen über den Fruchtboden zu verschaffen, speziell die Lage der bunten zu den homogen grünen und den *expallescens*-Keimlingen festzustellen. Es geschah das auf demselben Wege, wie bei *Senecio vulgaris*, aber trotz der viel größeren aufgewandten Mühe mit geringerem Erfolg. Es braucht hier zum sorgfältigen Aufnehmen der Einzelfrüchte viel längere Zeit — im Mittel sind etwa 250 im Kopf vorhanden, also fünfmal soviel wie bei *Senecio* —, wobei sich schließlich die Früchtchen, die zuerst beim Öffnen des Kopfes noch ziemlich fest sitzen, gar zu leicht ablösen, und die Aufnahme mißrät dann. Alle Versuche, durch irgend eine Fixierung die Früchtchen des noch geschlossenen reifen Kopfes sicher in ihrer gegenseitigen Lage festzuhalten, befriedigten nicht. Dazu wird mit der zunehmenden Zahl die Aufnahme selbst schwieriger und, was das schlimmste war, es waren oft auffallend viel taube Früchte vorhanden, und die Keimung (in Erde, nicht auf Fließpapier) erfolgte recht ungleichmäßig.

Das Resultat des besten Versuches mit einem Kopf, dessen Hüllblätter „rundum bald stark bald schwach bunt gestreift“ waren, gibt Figur 3 (S. 1198). Die Aufnahme war nach den 21er Parastichen gemacht worden. Die Mitte des Fruchtbodens mit den markierten Ansatzstellen von 4 bestimmten Früchten war noch besonders aufgenommen und auch photographiert worden.

Die Zahlen sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt. Die bunten Keimlinge sind in 5 Klassen gebracht, von fast ganz grünlichgelblich (I) bis fast ganz grün (V).

Das Ergebnis ist genau das gleiche wie bei *Senecio vulgaris*. Die bunten Keimlinge schieben sich zwischen die grünen und blassen ein und sind in manchen Regionen des Fruchtbodens sehr häufig, in anderen (rechts unten) fehlen sie.

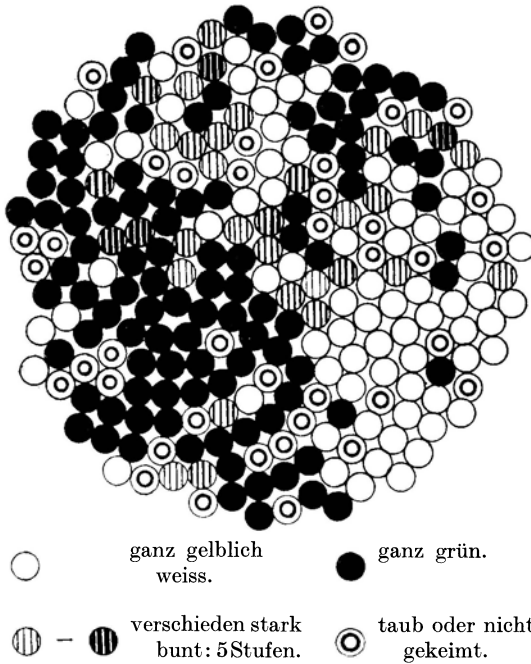


Fig. 3. *Taraxacum officinale status albomaculatus*. Karte der Verteilung der Früchtchen mit *expallescens*-, *albomaculatum*- und *typicum*-Embryonen über den Fruchtboden eines Kopfes.

Tabelle 10 (zu Fig. 3).

<i>expallescens</i>	72	in Proz.	34	Klasse I 4 II 5 III 16 IV 5 V 3
bunt	33	„	16	
ganz grün	104	„	50	
zusammen gekeimt	209	„	100	
taub und nicht gekeimt	41	„	16,4	
insgesamt	250	„	100	

4. *Hieracium Auricula status albomaculatus* (?).

1917 säte ich Früchtchen der genannten Art aus, die bei Hinterrhein und am San Bernardino von Hrn. Dr. SULGER-BUEL gesammelt und mir von Hrn. F. KAESER freundlichst mitgeteilt worden waren. Unter den Sämlingen befand sich eine Pflanze mit sehr ungleich bunten Rosetten, von ganz grünen bis zu ganz grünlichgelben. Auch die Infloreszenzen und die Blütenköpfchen wurden zum Teil bunt.

Die Pflanze war ganz und gar nicht apogam und vollkommen selbststeril; ersteres ist für die Art ja schon bekannt. 1920 wurde die Pflanze ins Gewächshaus gestellt, ein schön buntes Köpfchen mit dichter Gaze sorgfältig geschützt und mit Pollen von normalgrünem *Hieracium Pilosella* aus der Dahlemer Gegend

bestäubt, indem einfach einige offene Blütenköpfchen darüber gestrichen wurden, nachdem sie 24 Stunden geschützt im Gewächshaus gestanden und Pollen entlassen hatten. Die Ernte gab 48 taube und 19 bis 20 anscheinend gute, schwarze Früchtchen, die, 1921 ausgesät, 7 Keimlinge gaben. 3 waren *expallescens* und gingen sehr bald ein, 4 waren wieder mehr oder weniger stark bunt, einer nur ganz wenig, an einer Rosette. Die

bunten blieben alle am Leben, sie waren sämtlich Bastarde, im Habitus mehr *Pilosella*- als *Auricula*-ähnlich, unter sich aber deutlich etwas verschieden. 3 blühten auch im ersten Jahr (mit einfachem Schaft, der aber etwa auf halber Höhe ein ganz rudimentäres zweites Köpfcchen trug), setzten jedoch, sich selbst überlassen, nicht an. Sie waren also nicht apogam; ob sie selbststeril wie *H. Auricula* waren oder als Bastarde ganz unfruchtbar, muß einstweilen dahingestellt bleiben.

Der Versuch lehrt, daß es sich auch hier sehr wahrscheinlich um einen *status albomaculatus* handelt und die Weißbuntheit von der Mutter übertragen wird.

Allgemeines über die Albomaculatio.

An den ersten 1908 und 1909 beschriebenen *status albomaculatus* bei *Mirabilis Jalapa* G. A. 30, 613) haben sich einige ganz entsprechende Fälle bei anderen Pflanzen angeschlossen: bei *Antirrhinum majus* (BAUR 1910), *Primula sinensis* (BAUR 1910, S. 99 und vor allem GREGORY 1915), *Urtica pilulifera* (von mir 1919 a, S. 586 erwähnt), wahrscheinlich auch bei *Trifolium pratense* (KAJANUS 1913) und *Mercurialis annua* [CORRENS 1920, G. A. 48, 1024¹⁾]. Dazu kommen nun die vier in dieser Abhandlung beschriebenen, von denen freilich nur der erste (*Stellaria media*) experimentell nach jeder Richtung geprüft ist, während die drei anderen unvollständig bekannt sind. Bei zweien (*Senecio vulgaris* und *Hieracium Auricula*) werden sich die Lücken ausfüllen lassen; der letzte (*Taraxacum officinale*) ist so weit untersucht als es die Apogamie des Objektes zuläßt. Von anderen ähnlichen Fällen von Weißbuntheit, die der Albomaculatio ähnlich sind, sich aber von ihr und untereinander unterscheiden, nenne ich hier nur *Humulus japonicus* (WINGE 1919), *Capsicum annuum* (IKENO 1915), *Oenothera* (STOMPS 1920, RENNER 1921).

Charakteristisch für den *status albomaculatus* ist das erbliche Verhalten, nicht das Mosaik aus grünen und blassen bis weißen Flecken. Denn wir kennen buntblättrige Pflanzen, deren anatomischer Bau ganz gleich ist, und die sich hinsichtlich der Vererbung ganz anders verhalten (z. B. die mendeinenden *albomarmorata*- und *albopulverea*-Sippen).

¹⁾ Bei *Primula sinensis* ist (nach GREGORY) die helle Komponente des Mosaiks besonders auffällig gelbgrün statt weiß. Es bleiben dann auch die rein gelbgrünen Keimlinge zum Teil am Leben und können sogar zum Blühen kommen. Sie verhalten sich also wie „chlorotica“-Keimlinge von *Arabis albida*, und man könnte einen *status „chlorotimaculatus“* von dem *status albomaculatus* abtrennen, wie ich bei *Arabis albida* den *status chlorotidermis* vom *status leucodermis* unterschieden habe, oder wie man bei *Pelargonium zonale* den *status albotunicatus* und den *status chlorotitunicatus* auseinanderhalten kann. Bei dem einen ist die „Haut“ schon in früher Jugend weiß, bei dem anderen lange Zeit grüngelb, ein Unterschied, der völlig konstant ist. Solange bei einer Art nur der eine von beiden bekannt ist, wie bei *Primula sinensis*, genügt die eine Bezeichnung; außerdem kann man bei manchen Spezies zweifelhaft sein, ob man den einen oder anderen Zustand vor sich hat, da von vornherein keine scharfe Grenze vorhanden, und der Unterschied nur quantitativ ist.

Samenanlagen, die auf „weißen“ Mosaikflecken entstehen, geben beim *status albomaculatus* ausschließlich weißliche oder grüngelbliche, nicht lebensfähige Keimlinge. Samenanlagen, die auf grünen Mosaikflecken gebildet werden, bringen ausschließlich homogen grüne, voll lebensfähige Keimlinge hervor. Die folgenden Generationen sind dann ebenfalls (fast) ausschließlich homogen grün (die bunten Sämlinge, die ganz ausnahmsweise unter den grünen beobachtet wurden, sind wahrscheinlich Nova). — Außerdem entsteht eine schwankende Anzahl bunter Keimlinge, durch die sich der *status albomaculatus* erhalten läßt.

Die Herkunft der Pollenkörner spielt dabei gar keine Rolle. Eine „grüne“ Eizelle z. B., vom Spermakern des Pollenkornes einer rein albinotischen Blüte befruchtet, verhält sich — in der ersten und den folgenden Generationen — genau so, wie wenn sie von dem eines „grünen“ Pollenkornes befruchtet worden wäre.

Die Erklärung suchte ich in zwei Annahmen: 1. Die weißen Flecken, und damit auch die Eizellen, die auf ihnen gebildet werden, enthalten zwar normale, gesunde Kerne, aber das Zytoplasma oder die Plastiden sind krank¹⁾, so daß die Chlorophylle und die sie begleitenden gelben Farbstoffe nicht, oder wohl besser nicht in genügender Menge und nicht lange genug, gebildet werden.

Eine andere Frage ist es, ob an den weißen Stellen primär die Plastiden krank sind oder das Zytoplasma, das dann die normale Ausbildung der Plastiden hemmt, so daß schließlich Plasma und Plastiden pathologisch sind. Ich habe sie zwar seinerzeit angeschnitten (1909, S. 332, Anm. 2, G. A. 31, 649), aber unentschieden gelassen. Denn ich sah — und sehe noch jetzt — keinen Weg, sie durch das Experiment sicher zu lösen.

Die Entstehung der rein grünen und der rein blassen Sämlinge ist durch unsere alten, oben wiederholten Annahmen wohl genügend erklärt. Anders steht es mit den bunten Sämlingen, die immer wieder das Mosaik von grün und blaß hervorbringen.

Es liegt nun nahe, anzunehmen, daß in solchen Fällen — also wenn bunte Sämlinge entstehen — die Eizelle (ohne den Kern) selbst ein Mosaik darstellte, teilweise gesund, teilweise weißkrank sei (1909, S. 336, G. A. 31, 652). Sie könnte gesundes und krankes Zytoplasma oder gesunde und kranke Plastiden enthalten.

Man kann sich eine solche mosaikartig kranke und gesunde Eizelle von vornherein in verschiedener Weise entstanden denken.

¹⁾ Man hat das Wort krank beanstandet. Stomps (1920, S. 265) sagt: „Krank ist ein vorübergehender Zustand, der durch äußere Umstände herbeigeführt wird.“ Solange man aber z. B. den Diabetes oder die Haemophilie als Krankheit bezeichnet, obwohl sie auf mendelnde Anlagen zurückgehen, wird man sich dieser Definition nicht anschließen und den *status albomaculatus* auch eine Krankheit nennen dürfen.

BAUR hat bekanntlich zuerst für seine Periklinalchimären, den *status albotunicatus* des *Pelargonium zonale*, angenommen, daß mit dem Spermakern aus dem Pollenschlauch auch Plastiden in die Eizelle übertreten, und sich so bei der Verbindung ♀ grün + ♂ weiß und ♀ weiß + ♂ grün gesunde und kranke Plastiden in den Eizellen zusammenfinden. Auf den *status albomaculatus* läßt sich diese Erklärung nicht anwenden, denn ♀ grün + ♂ weiß gibt hier nur grüne und ♀ weiß + ♂ grün nur weiße Nachkommen. Die Keimlinge können ferner auch dann bunt sein, wenn sie (bei *Taraxacum*) ohne Befruchtung, aus Eizellen, die keine Reduktionsteilung durchgemacht haben, entstehen.

Eine zweite Möglichkeit ist die, daß die Eizellen schon von vornherein „bunt“ sein können, und zwar deshalb, weil die Grenze zwischen den ganz weißen und ganz grünen Bezirken auf dem Blütenboden zuweilen gerade durch eine Eizelle verläuft. Auch ein verschiedener Grad von Buntheit ließe sich so ansprechend erklären, und die Frage, ob das Plasma oder die Plastiden teilweise krank wären, käme erst in zweiter Linie.

Die Karten über die Verteilung der verschiedenartigen Sämlinge auf dem Blütenboden des *Senecio vulgaris* (S. 1192, Fig. 2) und des *Taraxacum officinale* (S. 1198, Fig. 3) haben nun gezeigt, daß sich das Mosaik tatsächlich auch auf den Blütenboden erstreckt, und daß sich die bunten Sämlinge wirklich auf der Grenze zwischen den rein grünen und den rein albinotischen finden. Das läßt sich so oft beobachten, daß kein Zufall vorliegen kann.

Sieht man sich aber die Entwicklungsgeschichte eines *Senecio*-Köpfchens an und überlegt sich, wieviel Zellen des Blütenbodens und der Samenanlagen zwischen den Eizellen zweier direkt benachbarter Blüten liegen, so erscheint es als äußerst unwahrscheinlich, daß diese scharfe Grenze zwischen Grün und Weiß auch nur einigermaßen häufig eine Eizelle trifft, geschweige denn, daß sie in mehreren aneinander gereihten Blüten zufällig gerade immer durch die Eizelle verläuft. Und doch umsäumen geradezu, wie wir sahen, die bunten Keimlinge streckenweise die Komplexe der grünen. Es könnte nicht der Zufall den Verlauf der Grenze über die Eizellen bestimmen; es müßte irgendein Vorgang mit im Spiele sein, der gerade die Eizellen auf die Grenze schöbe.

Aber selbst zugegeben, es entstünden auf die eine oder andere Weise Eizellen mit einem teilweise gesunden, teilweise kranken Inhalt — seien es nun die Plastiden oder das Zytoplasma —, wie kommen daraus die bunten Keimlinge zustande?

Halten wir uns zunächst an eine Eizelle mit „grünen“ und „weißen“ Plastiden.

Nach der zuerst von BAUR entwickelten und wohl fast allgemein angenommenen Vorstellung entstehen durch Teilungen, die hinsichtlich der Plastiden inäqual sind, früher oder später Zellen, die nur die eine oder andere Sorte Plastiden enthalten, und aus denen — je nach der Zahl der Teilungen, die

sie noch eingehen — größere oder kleinere ganz grüne und ganz weiße Zellkomplexe, Gewebestücke entstehen, während immer wieder neue solche einheitlichen Zellen aus den sich weiter teilenden mit gemischtem Inhalt hervorgehen.

So sehr diese Annahme auch zunächst anspricht, so stößt man auf Schwierigkeiten, wenn man versucht, sich, von einem bestimmten Fall ausgehend, den Vorgang auf dem Papier zu konstruieren, worauf ich schon früher aufmerksam gemacht habe. Wir vereinfachen die Annahmen möglichst.

Es seien im Eizellplasma 4 gesunde und ebensoviel kranke Plastiden vorhanden. Außerdem sollen durch jeden Teilungsschritt diese 8 Plastiden so verteilt werden, daß jede Tochterzelle 4 erhält. Dann soll die Zahl durch Teilung der einzelnen Plastiden wieder auf die ursprüngliche Höhe (8) gebracht werden. Dabei würden sich also alle Plastiden, kranke und gesunde, gleich oft teilen. Ebenso sollen sich alle Zellen gleich oft und gleich rasch vermehren, ohne Rücksicht darauf, ob sie nur gesunde oder nur kranke oder beiderlei Plastiden enthalten.

Prüfen wir zunächst diese einzelnen Voraussetzungen.

Die Zellteilung stellt im großen und ganzen eine Halbierung der Plasmamenge dar, in der die Plastiden annähernd gleichmäßig verteilt sind. Damit ist auch die ungefähre Halbierung der Plastidenzahl gegeben. Voraussetzung der Berechnung ist aber außerdem, daß die Plastiden nach ihrer Teilung, vor dem neuen Zellteilungsschritt, immer wieder verschieden im Plasma verteilt werden. Hierfür fehlen Belege. Es ist auch denkbar, ja wahrscheinlich, daß die beiden Tochterplastiden für gewöhnlich in der Nähe voneinander bleiben, wodurch die Entmischung beschleunigt würde. Auf der andern Seite steht ja im großen und ganzen die folgende Teilungsrichtung der Zelle senkrecht auf der vorhergehenden, wodurch für einen gewissen Ausgleich gesorgt ist.

Daß sich völlig weiße und ganz grüne Zellen annähernd im gleichen Rhythmus teilen, geht daraus hervor, daß auch bei relativ grobem Mosaik das Blatt völlig normalen Umriß behalten und eben bleiben kann, wie gerade bei *Mirabilis Jalapa albomaculata* gut zu sehen ist. Wenn ein sektorial halb grünes, halb weißes Blatt durch Zurückbleiben der weißen Hälfte asymmetrisch wird, wie das schon oft beobachtet und beschrieben wurde, können doch keine sehr großen Unterschiede im Rhythmus der Zellteilung vorliegen; es bleibt auch dahingestellt, wieviel von der geringeren Größe der weißen Flächen auf einer geringeren Zellenzahl und wieviel auf einer geringeren Zellengröße beruht. Exakte Untersuchungen darüber fehlen meines Wissens.

Daß sich endlich die kranken Plastiden ungefähr so oft teilen wie die gesunden, geht daraus hervor, daß auch im fertigen Zustand des Blattes weiße und grüne Zellen offenbar im wesentlichen gleichviel oder nicht auffallend ungleichviel Plastiden zeigen, auch wenn es sich um große weiße Flecken handelt, die durch viele Teilungen einer „weißen“ Zelle aufgebaut

sein können. Auch hierüber fehlen, soviel ich weiß, genaue Angaben¹⁾. Bei gleicher Teilungsrate der grünen und weißen Zellen und auch nur wenig langsamerer der weißen Plastiden gegenüber den grünen müßte sehr bald ein auffälliger Unterschied zwischen den grünen und weißen Zellen in der Zahl der Plastiden zustande kommen, der nicht zu übersehen wäre; bei großen weißen Flecken wären die Zellen bald äußerst arm an Plastiden, ja zum Teil plastidenleer.

Wenden wir uns nun zur Berechnung selbst, wobei wir die 4 gesunden, „grünen“ Plastiden mit g, die 4 kranken, „weißen“ mit w bezeichnen. Die Aufgabe entspricht wohl derjenigen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wo aus einer Urne mit 4 schwarzen und 4 weißen Kugeln viermal je eine (also nach und nach die Hälfte) gezogen wird, ohne daß die herausgenommene wieder hineingelegt wird. Die 5 möglichen Hauptresultate: 4 g, 3 g 1 w, 2 g 2 w, 1 g 3 w und 4 w sind natürlich ungleich wahrscheinlich. Es sind, wenn wir die einzelnen Plastiden auseinanderhalten, $8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 = 1680$ Fälle möglich. Davon geben 24 4 g und ebensoviele 4 w, 384 geben 3 g 1 w und ebensoviele 1 g 3 w, endlich geben 768 2 g 2 w. Kürzt man mit 24, so hat man: 4 g 1 mal + 3 g 1 w 16 mal + 2 g 2 w 36 mal + 1 g 3 w 16 mal + 4 w 1 mal. Die Wahrscheinlichkeit, daß bei der ersten Teilung gleich die eine Tochterzelle nur gesunde, die andere nur kranke Plastiden erhält, ist also $\frac{2}{70}$ resp. $\frac{1}{35}$, die, daß beide Tochterzellen der Mutterzelle gleichen, ist $\frac{18}{35}$, und die, daß die Plastiden im Verhältnis 3 : 1 verteilt werden, $\frac{16}{35}$.

Man kann nun unter der Annahme, daß alle Zellen des Embryo sich gleich oft teilen, leicht seine wahrscheinliche Zusammensetzung nach dem 2., dem 3. usw. Teilungsschritt ausrechnen; in Tabelle 11 ist das bis zum 5. Schritt (32 Zellen) geschehen, und zwar ist die Wahrscheinlichkeit, des leichteren Vergleiches halber, in Prozenten angegeben.

Tabelle 11.

	1. Zell- generation	2. Zell- generation	3. Zell- generation	4. Zell- generation	5. Zell- generation	6. Zell- generation
4 g		1,43	7,06	12,90	18,13	22,66
3 g 1 w . .		22,86	24,82	22,47	19,53	16,81
2 g 2 w . .	100,00	51,43	36,24	29,28	24,68	21,06
1 g 3 w . .		22,86	24,82	22,47	19,53	16,81
4 w		1,43	7,06	12,90	18,13	22,66

Sind von den 8 Plastiden 6 von der einen und nur 2 von der andern Art, also z. B. 6 gesund und 2 krank — wie das ja nach dem ersten Teilungsschritt vorkommen kann —, so geben (wenn jede Tochterzelle 4 Plastiden erhält) von den 1680 Fällen 720 eine Tochterzelle mit nur gesunden Plastiden

¹⁾ Diese und die vorher erwähnte Frage werden zurzeit einer genaueren Prüfung unterworfen.

und eine mit 2 gesunden und 2 kranken, und in 960 Fällen zeigen die beiden Tochterzellen wieder den Zustand der Mutterzelle, indem sie wieder 3 grüne und 1 weißes Plastid enthalten. Gekürzt mit 24 ergibt sich 4 g 15 mal + 3 g 1 w 40 mal + 2 g 2 w 15 mal. Tabelle 12 gibt die Wahrscheinlichkeiten bis nach dem 4. Teilungsschritt, wieder in Prozenten.

Tabelle 12.

	1. Zell- generation	2. Zell- generation	3. Zell- generation	4. Zell- generation	5. Zell- generation
4 g		21,43	33,98	42,36	48,40
3 g 1 w . .	100,00	57,14	37,51	26,78	21,71
2 g 2 w . .		21,43	23,27	21,06	18,31
1 g 3 w . .			4,90	8,11	7,85
4 w			0,31	1,69	3,73

Mit der Zunahme der Zahl der Teilungsschritte steigt also die wahrscheinliche Zahl der ganz grünen und ganz weißen Zellen, und nimmt die der teilweise grünen, teilweise weißen ab. Die Zu- und Abnahme wird aber von Teilungsschritt zu Teilungsschritt (relativ) geringer und nähert sich nur asymptotisch den Werten 1 und 0.

Wir gingen von einer unwahrscheinlich geringen Zahl von Plastiden in den Eizellen aus. Wird sie größer angenommen, so sinkt die Wahrscheinlichkeit für das Zustandekommen ganz grüner und ganz weißer Zellen rasch. Bei je 6 gesunden und kranken Plastiden ist sie $\frac{1}{462}$, bei je 8 $\frac{1}{6435}$ und bei je 10 $\frac{1}{92378}$. Es wird also bei 12 Plastiden (und gleicher Teilungsgeschwindigkeit aller Zellen) erst nach dem 9. Teilungsschritt je eine ganz grüne und eine ganz weiße Zelle zu erwarten sein, bei 16 Plastiden erst nach dem 12. bis 13. und bei 20 erst nach dem 16. bis 17. Schritte.

Ist die Zahl der beiderlei Plastiden ungleich, so steigt natürlich die Wahrscheinlichkeit für einheitliche Zellen mit der zunehmenden Differenz für die von vornherein begünstigte Sorte sehr stark.

Nun ist ja unsere Annahme, daß sich alle Zellen gleich oft teilen, nicht richtig; eine Pflanze mit 1 048 576 Zellen ist nicht durch 20 Teilungsschritte aufgebaut worden, sondern durch sehr viel mehr, wie das ja beim Wachstum mit Vegetationspunkten und der Bildung begrenzt wachsender Organe nicht anders sein kann. Für das Zahlenverhältnis der verschiedenartigen Zellen untereinander macht das aber nicht soviel aus, solange der Zufall entscheidet, wie bei der Teilung die Zelle, die dem Vegetationspunkt oder Meristem verbleibt, hinsichtlich der Plastiden ausfällt.

Es sind also nach unserer Rechnung sehr lange „bunte“ Zellen übrig, und sie müßten das auch, mindestens in den Vegetationspunkten, solange z. B. immer noch weißbunte Blätter angelegt werden. Neue rein weiße und rein grüne Zellkomplexe können ja nur aus bunten Mutterzellen entstehen.

Dann ist aber auch zu erwarten, daß im fertigen Organ, z. B. im ausgewachsenen Blatt, solche Zellen mit zweierlei Plastiden gefunden werden. Denn es wäre ganz unverständlich, wie mit der letzten in äqualen Zellteilung immer, oder auch nur gewöhnlich, die saubere Verteilung der gesunden Plastiden in die eine und der kranken in die andere Tochterzelle vollendet sein sollte.

Im ausgewachsenen Blatt und Stengel waren jedoch in allen von mir untersuchten Präparaten von *Mirabilis Jalapa albomaculata* die Grenzen zwischen grünen und „weißen“ Mosaikflecken gewöhnlich ganz scharf; kranke und gesunde Zellen stießen ohne Übergänge, die beiderlei Plastiden enthielten, direkt aneinander, wie ich schon früher (1909, S. 336, Anm. 2, G. A. 31, 653, Anm. 1) angegeben und seitdem bestätigt gefunden habe¹⁾; nur gelegentlich fanden sich Zellen mit kleineren blasseren, aber unter sich gleichartigen Chromoplasten an der Grenze.

Zum gleichen Resultat wie ich ist GREGORY (1915, S. 309) für das fertige Blatt beim *status albomaculatus* der *Primula sinensis* gekommen. Er sagt ausdrücklich, keine Ausnahme von der Regel gefunden zu haben, daß eine bestimmte Zelle nur Chloroplasten von einer Art enthalte, obschon es geringe Schwankungen in der Größe der einzelnen Chloroplasten geben möge. In dem sehr jungen, stark wachsenden Blatt fand er dagegen mehrfach große und kleine Chromatophoren in derselben Zelle an der Grenze der grünen und blassen Flecke beisammen. Dieser Zustand kann nicht erhalten bleiben; sonst müßten sich auch im erwachsenen Blatt solche Zellen finden. Es kann sich demnach nur um Entwicklungsstadien handeln.

Das mikroskopische Bild stimmt also nicht zu dem, was die Theorie verlangt. Die ausgewachsenen Zellen mit zweierlei Plastiden, gesunden und kranken, können ganz fehlen oder sind doch sehr selten; die Zellen mit kleineren (und blasseren) Chloroplasten sprechen dagegen. Es ist auch, wenn der Zufall die Plastiden verteilt, nicht einzusehen, warum „gemischte“ Zellen sich nur an bestimmten Stellen, etwa nur im Vegetationspunkt, und nicht überall, also auch im fertigen Blatt finden sollten.

Es gibt aber noch andere Schwierigkeiten. Denn die Ausführungen gelten natürlich nicht bloß für den *status albomaculatus*, sondern für alle Fälle von weißbuntem Mosaik, also auch für den *status albotunicatus*, für den seinerzeit BAUR die Theorie aufgestellt hatte. Zählt man seine Versuchsergebnisse zusammen, so waren, wenn nach der Annahme zu kranken Plastiden im Ei gesunde aus dem Pollenschlauch gekommen waren, (61 gleich) 73 Prozent der Sämlinge rein grün, (23 gleich) 27 Prozent bunt und keiner rein weiß. Waren aber zu gesunden Plastiden im Ei kranke aus dem Pollenschlauch

¹⁾ Ich verwendete ganze Blattstücke, die mit Wasser oder 5prozentiger Rohrzuckerlösung injiziert worden waren, oder Schnitte durch frisches Material. Um mich gegen Täuschungen durch Chloroplasten zu schützen, die beim Schneiden herausgerissen worden waren, wurden in fraglichen Fällen die Zellen plasmolysiert.

gekommen, so waren (216 gleich) 88 Prozent der Sämlinge rein grün, (25 gleich) 10 Prozent bunt und (4 gleich) 1,6 Prozent rein weiß. Das Resultat war also im wesentlichen das gleiche, wie auch die Verbindung ausgeführt worden war, und wies also darauf hin, daß in der befruchteten Eizelle überwiegend gesunde, „grüne“ Plastiden vorhanden waren. Wenn beide Teile, Eiplasma und Pollenschlauchplasma, gleichviel Plastiden beisteuern würden, wäre dies Überwiegen der grünen nicht möglich. Trügen sie aber ungleich viel Plastiden bei, so müßten die reziproken Verbindungen verschieden ausfallen. Stammten, wie zu erwarten wäre, mehr Plastiden aus dem Eiplasma, so würde der Embryo ♀ grün + ♂ weiß überwiegend gesunde, der Embryo ♀ weiß + ♂ grün überwiegend kranke Plastiden enthalten. Dem entspricht das tatsächliche Verhalten wieder nicht.

Verlegt man den Sitz der Krankheit in das Plasma und sucht von einer Eizelle aus, die teils gesundes, teils krankes enthält, durch (in dieser Hinsicht) inäquale Zellteilungen das definitive Mosaik zu erklären, so stößt man auf die gleichen Schwierigkeiten, zu denen noch eine neue kommt: Es ist wenig wahrscheinlich, daß der gesunde und der kranke Zytoplasmateil einer Zelle längere Zeit getrennt nebeneinander fortbestehen werden; zu erwarten wäre eine bald eintretende Mischung. Damit wäre aber die Möglichkeit einer sauberen Trennung, wie sie das definitive Mosaik verlangt, aufgehoben.

Zu diesen negativen Ergebnissen kommt schließlich noch ein positives, auf das ich schon hingewiesen habe, aber wiederhole, weil ich besonderes Gewicht darauf lege: Ein Mosaik, das dem *status albomaculatus* entspricht, findet sich auch als mendelnde Eigenschaft. Schon die *albomarginata*-Sippe der *Lunaria annua*, die ich 1909a beschrieben habe, gehört hierher, wenn das Mosaik hier auch im wesentlichen auf den Blattrand beschränkt ist, ebenso die gleichzeitig zuerst besprochene *variegata*-Sippe der *Mirabilis Jalapa*, obschon das Mosaik hier nicht grün und weiß, sondern normalgrün und *chlorina*-grün ist, vor allem aber die *albovariabilis*-, *albopulverea*- und *albomarmorata*-Sippen (1919, 1920).

Faßt man das Gesagte zusammen und berücksichtigt besonders das, was die „topographische“ Untersuchung der bunten Fruchtköpfechen von *Senecio* und *Taraxacum* ergeben hat, so kann man zu folgender Vorstellung gelangen.

Bei den echten *albomaculatae* besteht bis zu einem gewissen embryonalen Zustand des Gewebes (der bunten Pflanze oder eines bunten Astes) noch in jeder Zelle die Möglichkeit, sich entweder normal zu entwickeln und grüne Chromatophoren zu bilden oder krank zu werden und dann blasse Plastiden zu haben. Die gleiche Möglichkeit müssen wir auch für das embryonale Gewebe bei einer *albomarmorata* oder einer andern mendelnden weißbunten Sippe annehmen. Bei einer solchen ist das Verhalten aber durch ein Gen bedingt, bei einer *albomaculata* handelt es sich um einen (wohl schon krankhaften)

Zustand der Zelle. Die Umwandlung dieses „primären“ — homogenen, nicht mosaikartigen — Zustandes in den gesunden oder den definitiv kranken erfolgt bald früher, bald später, meist so früh, daß sich auch nach dem Eintritt des definitiven die Zellen noch teilen. Die Bestimmung ist nicht umkehrbar und erfolgt nicht durch irgendwelche inäquale Zellteilungen. Zwischen den gesunden und kranken Bezirken können Zonen lange im indifferenten Zustand verharren; schließlich sind, wenigstens bei *Mirabilis* und *Primula*, alle (oder fast alle) Zellen in den einen oder andern definitiven Zustand übergeführt, so daß dann das fertige Gewebe, wenigstens gewöhnlich, nur mehr aus wirklich gesunden und wirklich kranken Zellen besteht.

Auf indifferenten, „primär“ gebliebenen Zonen entstehen bei *Senecio* und *Taraxacum* in den jungen Blütenköpfchen die Fruchtknoten, die bunte Nachkommen geben, weil ihre Eizellen, als embryonale Zellen, den indifferenten Zustand beibehalten haben und deshalb wieder gesundes, grünes und krankes, blasses Gewebe geben können. Rechts und links davon werden fast gleichzeitig auf dem Boden, über den schon die definitive Entscheidung gefallen ist, „grüne“ Blüten mit gesunden und „weiße“ mit kranken Eizellen gebildet, die ganz grüne und ganz weiße Nachkommen geben.

Ich halte es für wahrscheinlicher, daß es sich um eine Krankheit des Plasmas, nicht um eine der Plastiden handelt. Denn die *expallescens*-Keimlinge bei *Senecio* und *Taraxacum* zeigen, daß die Plastiden zunächst fast so gut wie bei den normalen Keimlingen ergrünen und erst allmählich verblassen. Daß das so gleichmäßig vor sich geht, läßt die Ursache eher außerhalb der Plastiden suchen.

Bei einer echten *Albomaculata* tritt mit dem generativen Kern aus dem Pollenschlauch kein Plasma in die Eizelle über, oder doch keine wirksame Menge; der Nachkomme entspricht genau der Eizelle, aus der er entsteht, und die Herkunft des Pollens hat keinen Einfluß. — In anderen ähnlichen Fällen von Buntheit mag Plasma — im indifferenten, im gesunden oder im kranken Zustand — übertreten, regelmäßig oder als Ausnahme, und dann, gegebenenfalls, durch eine Art Ansteckung in einer so oder so schon bestimmten Eizelle ein homogenes, indifferentes Plasma zustande kommen. Daß wir keine Ansteckung durch die *Albomaculatio* beim Pfropfen kennen, kann an den Bedingungen liegen.

Das muß einstweilen genügen; ich werde auf diese Fragen zurückkommen und dabei auch gebührend auf die Literatur eingehen.

VII. Über die *peraurea*-Sippe der *Urtica urens*.

(Nach gemeinsam mit Hrn. Dr. H. KAPPERT angestellten Versuchen.)

1918 hatte ich diese Sippe bereits beschrieben. Sie ähnelt der *aurea*, die BAUR (1907, 1908) bei *Antirrhinum majus* und *Pelargonium zonale* gefunden hat, unterscheidet sich aber doch deutlich von ihr.

Es handelt sich um gelbgrüne, ziemlich schwachwüchsige Pflanzen, bei denen, im Gegensatz zu den *chlorina*-Sippen, in der Jugend die beiden Chlorophylle gegenüber den gelben Blattfarbstoffen stark zurücktreten; später nehmen sie noch zu. Es waren stets Heterozygoten¹⁾; unter ihren Nachkommen fanden sich außer *peraurea*-Sämlingen nur typisch grüne Homozygoten. Die andere Homozygotenklasse fehlte von Anfang an. Da nach Selbstbestäubung das Verhältnis genau 2 *peraurea* : 1 *typica* ist, war ihre völlige *Elimination* anzunehmen. Die eine Homozygotenklasse muß zwar entstehen, die Embryonen müssen aber es nicht bis zur Keimungsreife bringen. Für Einzelheiten sei auf die frühere Mitteilung verwiesen. Die neuen Untersuchungen sollten zunächst die *Elimination* selbst nachweisen.

Die Früchte der *Urtica urens* sind Achänen, Schließfrüchtchen, aus einem Fruchtknoten mit einer einzigen Samenanlage entstanden. Untersucht man die (androgynen) Infloreszenzen der *peraurea*, wenn sie alt genug sind, mit dem Präpariermikroskop, so kann man viererlei Früchtchen unterscheiden:

1. Normale, ganz reife Früchte: prall, gebräunt mit Embryo. Wenn sie ausfallen, bleibt das Fruchtperigon klaffend stehen.

2. Normale, heranreifende Früchte: prall, noch grün, mit gesundem Embryo.

3. Taube Früchte: deutlich vergrößerte Fruchtknoten, z. B. 1,5—1,7 mm lang, kollabiert, mit abgestorbenen Embryonen. Die Masse des Embryos tritt, besonders in der Profilansicht, oft sehr deutlich hervor. Er läßt sich auch, wenngleich mit einiger Schwierigkeit, herauspräparieren. Der größte so gewonnene maß etwa $\frac{2}{5}$ der Gesamtlänge der Samenanlage.

4. Taube Samenanlagen: Fruchtknoten kaum oder wenig vergrößert, etwa 1,2 mm lang, ohne Embryo.

Die Grenzen der vier Kategorien sind nicht scharf. Speziell kann ein noch pralles heranreifendes Früchtchen, das man in Kategorie 2 gestellt hat, doch durch Absterben des Embryos in Kategorie 3 kommen. Auch sind taube Früchtchen mit Embryonen, die auf ganz jungen Stadien abgestorben sind (3), von Fruchtknoten, die unbefruchtet geblieben sind (4), ohne zytologische Untersuchung nicht zu unterscheiden. Trotzdem kann man für gewöhnlich die vier Kategorien auseinanderhalten.

Untersucht man statt der *peraurea*-Pflanzen solche der Sippe *typica*, so findet man fast nur die erste und zweite Kategorie vertreten; nur ganz selten gab es taube Früchte, die dann sicher in die vierte gehörten.

In Tabelle 13 sind die Resultate der Zählungen an 11 *peraurea*- und 6 *typica*-Fruchtständen zusammengestellt. Sie stammten von lauter verschiedenen Individuen (Mai 1918). Kategorie 3 und 4 sind dabei zusammengefaßt.

¹⁾ Zu den bis 1918 geprüften 53 Pflanzen kamen in den folgenden Jahren noch 368, so daß es im ganzen 421 sind. Davon gab eine nur vier *peraurea*-Nachkommen, die andern alle *peraurea* und *typica*.

Tabelle 13. Ansatz der *peraurea* und *typica*.

Nr. der Inflor.	<i>peraurea</i>					<i>typica</i>					
	Gesamtzahl ♀ Blüten	III, IV unbefr. und Embryo abgestorb.	I, II gute Früchte	davon		Nr. der Inflor.	Gesamtzahl ♀ Blüten	III, IV unbefr. und Embryo abgestorb.	I, II gute Früchte	davon	
				II noch unreif	I fast reif und reif					II noch unreif	I fast reif und reif
1	44	13	31	2	29	1	21	—	21	1	20
2	49	14	35	8	27	2	21	—	21	2	19
3	48	13	35	4	31	3	21	1	20	2	18
4	27	8	19	5	14	4	19	—	19	2	17
5	60	14	46	4	42	5	21	1	20	1	19
6	62	14	48	6	42	6	20	—	20	3	17
7	72	17	55	9	46	Σ in Prozent..	123	2 1,64	121	11	110
8	34	7	27	10	17						
9	31	8	23	11	12						
10	28	7	21	11	10						
11	20	4	16	16							
Σ	547	119	356	70	270						
in Prozent ..		25,05		356							

Von den Fruchtknoten und Früchtchen der *peraurea* waren also 25,05 Prozent taub, von denen der *typica* nur 1,64 Prozent. Wir können annehmen, daß von den tauben *peraurea*-Fruchtknoten ebensoviel aus denselben Gründen so waren wie bei der *typica*, dürfen also von den 25,05 Prozent 1,64 Prozent abziehen. Dann bleiben noch 23,41 Prozent, die aus Ursachen, die bei der *typica* fehlen, taub geworden sind. Sie sind gewiß die *peraurea*-Homozygoten, die, zum Teil noch bis zu stattlichen Embryonen herangewachsen, zum Teil schon früher, steckengeblieben sind.

Die gefundene Zahl, 23,41 Prozent, ist etwas kleiner als die erwartete, 25,00 Prozent. Die Abweichung beträgt aber nur die Hälfte des wahrscheinlichen Fehlers, $\pm 3,27$. Zum Teil mag an ihr aber auch eine schon erwähnte Fehlerquelle schuld sein: in einzelnen als tauglich gezählten jungen Früchtchen (Kategorie 2) mag später doch noch der Embryo abgestorben sein, so daß sie in die Kategorie 3 hätten gerechnet werden müssen.

Die *peraurea*-Sippe der *Urtica urens* ist also auf botanischem Gebiet ein vollkommener Parallellfall zu dem Verhalten der „gelben“ Mäuse auf zoologischem, wo die gelben homozygotischen Embryonen im Uterus absterben (H. IBSEN und E. STEIGLEDER, 1917; dort die frühere Literatur).

Das frühzeitige Absterben der Embryonen ist das Hauptmerkmal, das die *peraurea*-Sippe von BAUR's *aurea* unterscheidet, bei der die Homozygoten erst nach der Keimung eingehen. Bei der *aurea* ist die Existenzunfähigkeit als Folge des Chlorophyllmangels ohne weiteres leicht verständlich; bei der

peraurea muß eine andere Ursache schuld daran sein, denn die Homozygoten gehen ein, ehe sich die Konsequenzen eines Chlorophyllmangels geltend machen können (1918, S. 258, G. A. 43, 915).

Wie schon erwähnt, entwickeln sich die Embryonen in den tauben Früchtchen der *peraurea* sehr ungleich weit, ehe sie absterben. Es schien nicht unmöglich, daß ausnahmsweise einmal einer bis zur Keimfähigkeit am Leben blieb. In den früheren Versuchen (bis 1918) hatte ich nichts dergleichen beobachten können, obwohl mehr als 2000 Keimlinge ausgezählt worden waren.

Bei den Aussaaten des Jahres 1919 fand sich dagegen unter 6250 Keimlingen ein unerwarteter. Er entfaltete seine Kotyledonen, die zunächst hell und rein erbsgelb waren, dann allmählich elfenbeinweiß wurden, verschrumpfte dann aber. 1920 ließen sich unter fast 23 000 Keimlingen (genau 22 946) sogar 6 derartige nachweisen, die immer ganz einzeln, nie gehäuft, auftraten. Zusammen hatten also mehr als 30 000 Keimlinge 7 gelbe gegeben.

Wahrscheinlich waren das *peraurea*-Homozygoten, die sich ausnahmsweise einmal bis zur Keimfähigkeit entwickelt hatten. Auf die 30 000 übrigen Keimlinge — zu $\frac{2}{3}$ *peraurea*-Heterozygoten, zu $\frac{1}{3}$ *typica*-Homozygoten — sind 10 000 *peraurea*-Homozygoten zu rechnen; es würde also etwa auf 1500 derselben eine es bis zur Keimfähigkeit bringen.

Freilich ist es nicht ganz sicher, daß es sich um die *peraurea*-Homozygoten und nicht um eine Mutation gehandelt hat, die *xantha*-Individuen (1918, S. 235) hervorbrachte. Wenig wahrscheinlich wird das dadurch gemacht, daß vier Geschwister eines solchen gelben Keimlings, die der Selbstbestäubung überlassen worden waren, nur *peraurea*-Heterozygoten und *typica*-Homozygoten hervorbrachten (zusammen 254, davon 160 *peraurea* und 94 *typica*).

Die nach 1918 geprüften 368 *peraurea*-Pflanzen erwiesen sich alle als Heterozygoten. Die einzelnen Versuche umfaßten 12 bis 247 Keimlinge. Dabei traten auch bei relativ umfangreichen Aussaaten auffallende Abweichungen vom erwarteten Verhältnis (2 *peraurea* : *typica*) auf. Aus solchen Versuchen wurden größere Zahlen *peraurea*-Pflanzen aufgehoben und isoliert; ihre Nachkommenschaft zeigte aber stets sehr annähernd das normale Verhältnis 2 : 1¹⁾.

¹⁾ Unter den Versuchsbedingungen (Kultur im Gewächshaus) wird der Pollen nicht sehr weit verbreitet; im wesentlichen erfolgt trotz der Monoecie (geitonogame) Selbstbefruchtung. Es geht das aus folgendem Versuch hervor. 10 (rezessive) *typica*-Pflanzen wurden, immer je zwei, mit je zwei *peraurea*-Pflanzen im selben Topf kultiviert. Ihre Früchtchen gaben 3 *peraurea* und 286 *typica*. Danach waren etwa 6 Pflanzen = 2,1 Prozent, durch *peraurea*-Pollen, der Rest durch eigenen Pollen oder (vielleicht 1 Prozent) den der zweiten *typica* entstanden.

Alle Versuche von 1919 zusammengenommen gaben $4167 = 66,672$ Prozent *peraeurea* und $2083 = 33,328$ Prozent *typica*, also nur 0,006 Prozent Abweichung von der Erwartung, bei einem mittleren Fehler $m = \pm 0,595$. Die Versuche von 1920 wiesen zusammengenommen $15\ 590$ *peraeurea* = 66,90 Prozent, und 7713 *typica* = 33,10 Prozent, auf; die Abweichung von der Erwartung war 0,24 Prozent, der mittlere Fehler $m = \pm 0,308$.

Auch die Versuche, für *peraeurea* eine andere Keimungsgeschwindigkeit nachzuweisen, gaben widersprechende, unsichere Resultate.

Literaturverzeichnis.

- E. BAUR, 1907. Untersuchungen über die Erblichkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. XXV, S. 442.
- , 1908. Die Aerea-Sippen von *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. induct. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre, Bd. I, S. 124.
- , 1909. Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „*Varietates albomarginatae hort.*“ von *Pelargonium zonale*. Zeitschr. f. induct. Abstamm.- u. Vererbungslehre, Bd. I, S. 330.
- , 1910b. Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Ibid. Bd. IV, S. 82.
- C. CORRENS, 1909a. Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. f. induct. Abstamm.- u. Vererbungslehre, Bd. I, S. 291, G. A. 30, 613.
- , 1909b. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung. Ebendort, Bd. II, S. 131, G. A. 31, 648.
- , 1918. Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde. Diese Sitzungsber., 28. Febr., S. 221, G. A. 43, 880.
- , 1919a. Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. I. *Capsella Bursa pastoris albovariabilis* und *chlorina*. Diese Sitzungsber., Juni, S. 585, G. A. 46, 965.
- , 1919b. II. Vier neue Typen bunter Periklinalchimären. A. a. O., 23. Okt., S. 820, G. A. 47, 989.
- , 1920. III. *Veronica gentianoides albocincta*. IV. Die *albomarmorata* und *albopulverea*-Sippen. V. *Mercurialis annua versicolor* und *xantha*. A. a. O., 5. Febr. (15. Jan.), S. 212, G. A. 48, 1024.
- R. GREGORY, 1915. On Variegation in *Primula sinensis*. Journ. of Genetics, Vol. IV, S.305.
- IBSEN and STEIGLEDER, 1917. Evidence for the death in utero of the homozygous yellow mouse. Amer. Natur., Bd. 51.
- S. IKENO, 1907. Studies on the hybrids of *Capsicum annum*. Part II. On some variegated Races. Journ. of Genet. Vol. 6, Nr. 3, S. 201.
- B. KAJANUS, 1913. Über einige vegetative Anomalien bei *Trifolium pratense*. Zeitschr. f. ind. Vererb.- u. Abstamm.-Lehre, Bd. 9, S. 111.
- KONRAD L. NOACK, 1922. Entwicklungsmechanische Studien an panaschierten Pelargonien. Zugleich ein Beitrag zur Theorie der Periklinalchimären. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 61, Heft 3, S. 459 u. f.
- O. RENNER, 1921. Eiplasma und Pollenschlauchplasma als Vererbungsträger bei den Oenotheren. Zeitschr. f. ind. Vererb.- u. Abstamm.-Lehre, Bd. 27, S. 235.
- T. J. STOMPS, 1920. Über zwei Typen von Weißrandbuntheit bei *Oenothera biennis*. Zeitschr. f. ind. Vererb.- u. Abstamm.-Lehre, Bd. 22, S. 261.
- A. H. TROW, 1916. On „Albinism“ in *Senecio vulgaris* L. Journ. of Genetics, Vol. VI, S. 65.
- O. WINGE, 1919. On the non-mendelian inheritance in variegated plants. Trav. Labor. Carlsberg, Bd. 14, S. 1.

60. Lang- und kurzgrifflige Sippen bei *Veronica gentianoides*

Biologisches Zentralblatt Bd 43, H. 6, S. 610—630. 1924.

Seitdem CH. DARWIN zu Beginn der sechziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts (1862) bei seinen Untersuchungen „über die zwei Formen, oder den dimorphen Zustand, bei den Arten von *Primula*“ das verschieden günstige Ergebnis legitimer und illegitimer Bestäubung dieser heterostylen Pflanzen nachgewiesen und sich damit experimenteller biologischer Arbeit zugewendet hatte, ist das Interesse an der Heterostylie stets wach geblieben. Aber erst die letzten zwanzig Jahre haben eine wesentliche Vertiefung unserer Kenntnisse gebracht. Vor allem ist hier der Untersuchungen BATESONS und seiner Schüler (1905, BARLOW 1913) über die Genetik der Heterostylen zu gedenken, dann der anatomischen und experimentellen Untersuchungen TISCHLERS (1917, 1918 a—c), DAHLGRENs (1916, 1921), G. v. UBISCHs (1921, 1923) und LAIBACHs (1921, 1923). Ich selbst habe unlängst an dieser Stelle (1921, G. A. 51, 1075) Beobachtungen über Zahlen- und Gewichtsverhältnisse bei einigen heterostylen Pflanzen mitgeteilt. Nun will ich über die in der Überschrift genannte *Veronica*-Art berichten, die ich genauer untersucht habe, in der Hoffnung, eine phylogenetische Vorstufe echter Heterostylie vor mir zu haben. Fälle „unvollkommener“ Heterostylie sind mehrfach angegeben worden (eine Zusammenstellung bei KNUTH I, S. 62); meines Wissens ist aber noch keiner genauer untersucht.

Kennzeichnend für eine heterostyle Spezies scheinen mir drei Eigenschaften zu sein: 1. Sie kommt in zwei oder drei Klassen von Individuen vor, die sich zum mindesten in der durchschnittlichen Länge der Griffel unterscheiden. Es gibt (bei Heterodistylie) nur Langgriffel und Kurzgriffel oder (bei Heterotristylie) auch noch Mittelgriffel. 2. Die Individuen derselben Klasse geben unter sich, bei illegitimer Bestäubung, weniger Nachkommen, als mit Individuen der anderen Klasse, bei legitimer Bestäubung. Ja, im Extrem setzen sie mit dem Pollen der Individuen derselben Klasse überhaupt nicht an. 3. Die zwei oder drei Individuenklassen kommen am selben Standort in etwa gleichen Zahlen vor¹⁾.

¹⁾ Als vierten Punkt könnte man anführen, daß in allen bisher genetisch untersuchten Fällen mit zwei Formen die Vererbung dem einfachsten MENDELschema folgt, mit Dominanz der Kurzgriffligkeit, und auch bei drei Formen noch sich anschließende, relativ sehr einfache MENDELfälle vorliegen, wie G. VON UBISCH an den Beobachtungen BARLOW's zeigte.

Das sind wohl die einzigen durchgreifenden Merkmale der Heterostylen. Oft, aber durchaus nicht immer, ist noch die Länge der Staubgefäße oder die Höhe, in der die Staubbeutel der Blumenkronröhre inseriert sind, verschieden — bei hochstehenden Narben stehen die Staubbeutel tief, und umgekehrt —, ferner die Größe, die Farbe und der Inhalt der Pollenkörner, die Länge der Narbenpapillen usw. Bei den heterostylen *Linum*-Arten fehlen aber z. B. markante Unterschiede in der Länge der Staubgefäße und der Beschaffenheit der Pollenkörner, auch nach DARWIN (1877, S. 81, 91, 99), der im Allgemeinen ihr Vorhandensein als entscheidend für die Zugehörigkeit einer Spezies zu den Heterostylen fordert (l. c. S. 244).

I.

1910 hatte ich (von Haage und Schmidt in Erfurt) die *Veronica gentianoides foliis variegatis*¹⁾ und die normale Stammform als Stöcke bezogen. Als sie blühten, fiel mir auf, daß sich die beiden Pflanzen, außer durch die weißrandigen oder homogen grünen Blätter, auch noch durch andere Merkmale, vor allem durch die Länge der Griffel, unterschieden, obwohl sie beide unzweifelhaft zu derselben „guten“ Art *V. gentianoides* gehörten²⁾. Die *typica* (Pflanze A) hatte lange Griffel, die bunte *albocincta* (Pflanze C) kurze. Eine zweite später bezogene buntblättrige Pflanze aus derselben Quelle (D) verhielt sich in allem gleich; nach dem genetischen Verhalten der *albocincta* ist es auch ganz sicher, daß es sich bei beiden um Ableger desselben Klöns handelte. Die Größe der Krone und die Länge der Staubgefäße war bei beiden Sippen, der *typica* und der *albocincta*, im Wesentlichen gleich; die Staubgefäße waren bei beiden etwa so lang als die Griffel der langgriffligen Pflanze.

Genauer maß ich die Griffel erst später. Sie wurden dafür mit einer Staarnadel aus der Einbuchtung des Fruchtknotens herauspräpariert und, weil sie meist etwas oder selbst stark gebogen waren, mit der Nadelspitze auf schwarzem, glatten Wachstum an den Maßstab gedrückt. Die Bruchteile eines Millimeters wurden abgeschätzt. Es wurde so gefunden, als Durchschnittswerte in mm,

für *typica* (A): 1916 (5 Messungen) 6,80; 1918 (10 Mess.) 6,55; 1919 (13 Mess.) 6,95; im Mittel aus allen Einzelmessungen 6,77 (Max. 8,0; Min. 5,8);

für *albocincta* (C, D): 1916 (8 Mess.) 3,21 (Pflanze C) und (12 Mess.) 3,33 (Pflanze D); im Mittel 3,29 (Max. 3,5; Min. 2,6).

¹⁾ Über die merkwürdige Genetik dieser Sippe habe ich bereits an anderer Stelle berichtet (Sitzungsber. d. preuß. Akad. d. Wissensch., physikal. mathem. Klasse, 1920, S. 212: Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen, III. *Veronica gentianoides albocincta*, G. A. 48, 1024).

²⁾ Die Tatsache ist bereits erwähnt in der Dissertation meines Schülers REINHOLD LANGE (1915, S. 265).

Zwischen dem längsten gemessenen Griffel der Pflanzen C und D (3,5 mm) und dem kürzesten der Pflanze A (5,8 mm) blieb also ein Zwischenraum von 2,3 mm.

Die beiden Stammpflanzen wurden 1910 und 1911 wechselseitig mit gutem Erfolg bestäubt, nachdem sie zur Vorsicht kastriert worden waren. Nötig war das wohl nicht, denn *Veronica gentianoides* ist, soweit meine Erfahrungen reichen, völlig selbststeril. Von den zahlreichen Nachkommen wurden aber nur zehn aus der Verbindung *albocincta* ♀ + *typica* ♂ (Versuch 2, A—K) auf die Griffellänge genauer untersucht. Das Ergebnis bringt die Tab. 1. Es sind die Mittelwerte der Messungen in verschiedenen Jahren; die Zahl der untersuchten Blüten ist jedesmal in Klammern beigefügt. Aus diesen Mittelwerten wurde dann, wenn nötig, wieder der Mittelwert M für jede Pflanze gezogen; ferner ist die Länge des größten (Max.) und kleinsten (Min.) gemessenen Griffels angegeben.

Tabelle 1.
Griffellänge in mm.

Pflanze	Kurzgriffel	Pflanze	Langgriffel
2 A	1916 (3) 5,27; 1918 (6) 4,93 M 5,10 ; Max. 5,5; Min. 4,5	2 C	1916 (4) 7,38; 1918 (6) 6,17 M 6,78 ; Max. 8; Min. 5,5
2 B	1916 (5) 4,12; 1918 (10) 3,01 M 3,57 ; Max. 4,6; Min. 2,9	2 D	1916 (2) 8,4; 1918 (14) 7,97; 1919 (100) 8,54 M 8,30 ; Max. 9,5; Min. 6,3
2 E	1918 (4) 4,7 ; Max. 5,0; Min. 4,0	2 J	1916 (14) 8,78; 1918 (14) 6,96 M 7,87 ; Max. 9,3; Min. 5,8
2 F	1916 (3) 5,33; 1918 (15) 4,09; 1921 (24) 5,75 M 5,05 ; Max. 6,4; Min. 3,6	2 K	1916 (3) 7,50; 1918 (1) 6,4 M 6,95 ; Max. 7,5; Min. 6,4
2 G	1916 (5) 3,70 ; Max. 4,0; Min. 3,2		
2 H	1916 (5) 4,50; 1918 (13) 3,43 M 3,97 ; Max. 5,3; Min. 2,6		

2 C, 2 D, 2 J und 2 K waren sicher langgrifflig und 2 B, 2 E, 2 G und 2 H ebenso sicher kurzgrifflig. Bei zweien, 2 A und 2 F, konnte man im Zweifel sein; nach ihren Mittelwerten gehörten sie aber doch entschieden zu den Kurzgriffeln. Für 2 F wurde das später durch das genetische Verhalten bestätigt. Der geringste Abstand (der Mittelwerte) zwischen 2 A (5,10) und 2 C (das die kürzesten Griffel unter den Langgriffeln hat, 6,78) beträgt immer noch 1,68 mm.

Zweifellos unterscheiden sich die Pflanzen derselben Klasse wieder untereinander in der durchschnittlichen Länge der Griffel; es gibt z. B. kürzergrifflige und längergrifflige Langgriffel. Diese Unterschiede sind wohl sicher genotypisch bedingt, denn sie zeigen sich bei Pflanzen, die nebeneinander unter möglichst gleichen Bedingungen kultiviert werden, und wenn dieselben äußeren Einflüsse den Mittelwert zweier Pflanzen verschieben, z. B. nach der Minusseite, bleiben sie deutlich erhalten. Daneben sind aber bei derselben Pflanze, selbst wenn wir von Mißbildungen ganz absehen, die Griffel auf-

fällig verschieden lang gefunden worden. Maximum und Minimum liegen bei den Messungen an derselben Pflanze oft weit auseinander. Hier kann es sich nur um phänotypische Unterschiede handeln. Auf sie und ihre Ursachen soll zunächst kurz eingegangen werden.

A. Die Länge des Griffels nimmt nach dem Aufblühen noch merklich zu. In einem bestimmten Fall (bei 2 D) betrug z. B. zunächst die Entfernung vom Kelchanfang bis zum Griffelende 9,5 mm, später, als sich die Krone ablöste, aber 11 mm, um dann etwa gleich zu bleiben. Ob die Narbe wirksam bestäubt worden war, oder nicht, hatte keinen merklichen Einfluß auf die Verlängerung.

B. *Veronica gentianoides* gehört in die Gattungssektion *Veronicastrum*, wie z. B. unsere *V. serpyllifolia*. Der Blütenstand ist also eine Traube, die die Achse abschließt. Ihre Blüten entfalten sich gewöhnlich von unten nach oben — nur die untersten hinken zuweilen hinterdrein —; die Laubblätter gehen allmählich in die Deckblätter der Blüten über. In jeder Traube nimmt nun die Länge der Griffel zunächst zu, um später wieder abzunehmen und zum Schluß unter den Anfangswert zu sinken.

Die Pflanze 2 D hatte z. B. 1919 (im Topf) zwei blühende Sprosse hervorgebracht, einen stärkeren (I) und einen schwächeren (II). An beiden wurden nach und nach (vom 20. 5. bis 30. 5.) für alle Blüten die Griffellänge beim oder nach dem Abfallen der Krone bestimmt. Das Ergebnis ist im folgenden zusammengestellt, wobei immer der Mittelwert aus je 10 aufeinanderfolgenden Blüten in mm angegeben wird; nur die letzten Zahlen beziehen sich auf 5 resp. 4 Blüten.

Trieb I. (Mittelwert der 75 Blüten 8,89 mm; Max. 9,5; Min. 6,3):
8,42—8,85—9,19—9,23—9,04—8,78—8,21—7,92.

Trieb II. (Mittelwert der 34 Blüten 7,83 mm; Max. 8,4; Min. 6,7):
7,68—7,87—7,81.

Besonders Trieb I zeigt das Anschwellen der Griffellänge von unten nach oben und ihr Absinken bis weit unter den Anfangswert sehr gut; die Mittelwerte der acht Dekaden geben eine schöne Kurve. Die größte Länge, 9,5 mm, wurde in der 2. Dekade einmal, in der 3. dreimal, in der 4. einmal gefunden, die geringste, 6,3 mm, am Ende der 7. Dekade (nicht bei einer der fünf letzten Blüten). Innerhalb einer Dekade konnten aber die Schwankungen 1 mm und mehr betragen. Die 2. Dekade des Triebes I setzte sich z. B. aus folgenden Werten zusammen: 8,5—9—9,5—9—8,6—8,6—8,5—9—8,8—9, die 4. dagegen in folgender Weise: 9,5—9,2—9,3—9,2—9,3—9,3—9,2—9,0—9,3—9,0.

C. Außer korrelativen Ernährungseinflüssen, die an diesem Ansteigen und Fallen der Griffellänge innert desselben Blütenstandes schuld sind, spielt auch die Ernährung des einzelnen blühbaren Sprosses und der ganzen Pflanze eine Rolle. Der schwache Trieb II der Pflanze 2 D gab, wie wir eben sahen, einen Mittelwert, der ungefähr einen Millimeter niedriger ist, als der des starken

Triebes I derselben Pflanze. Bei den Messungen 1918 wurden (Tabelle 1) durchgängig niedrigere Werte gefunden, als 1916, und dieselbe Erscheinung zeigte sich auch bei den späteren Versuchen, wo die Messungen oft als Stichproben an denselben Pflanzen in aufeinanderfolgenden Jahren wiederholt wurden, gewiß, weil die Ernährung in den Töpfen (Vers. 2) und im Freiland an derselben Stelle nach und nach schlechter wurde.

Aus alledem ergeben sich bestimmte Regeln für die Messungen, wenn man möglichst gut vergleichbare Werte erhalten will: Die Verwendung nicht zu junger Blüten aus der Mitte der Trauben kräftiger, gut genährter Sprosse, womöglich im ersten Blütenjahr. Sie konnten freilich aus äußeren Gründen nicht immer eingehalten werden.

Wenden wir uns nun zu den weiteren Versuchen, wobei im Auge zu behalten ist, daß infolge der vollkommenen Selbststerilität der genetische Charakter einer Pflanze nur durch Kreuzbefruchtung mit einem andern Individuum festzustellen war. War das schon für die Untersuchung ungünstig, so wurden die Schwierigkeiten noch dadurch gesteigert, daß die Nachkommen desselben Elternpaares durchaus nicht alle miteinander ansetzten. Es liegen offenbar die gleichen, oder doch ähnliche Verhältnisse vor, wie sie E. LEHMANN (1919, 1921) bei *Veronica syriaca* studiert hat. Ich habe diese Fragen hier nicht weiter verfolgt.

Daß die Verbindung C kurzgrifflig ♀ + A langgrifflig ♂ 4 Langgriffel und 6 Kurzgriffel, also etwa gleichviel von beiden Kategorien, gab, haben wir schon gesehen. Dies Ergebnis legte die Vermutung nahe, daß ein einfacher Mendelfall vorliege, die eine Griffelform also rezessiv homozygot, die andere dominant heterozygot wäre. Dies hat sich dann auch als richtig herausgestellt, und zwar wurden die Langgriffel rezessiv homozygot und die Kurzgriffel dominant und hetero- oder homozygot gefunden, je nach ihrer Abstammung. Die Erbformel für die Langgriffel ist aa, jene der Kurzgriffel Aa oder AA. Die Stammpflanze A war Aa, die Stammpflanze C aa, die Pflanzen des Versuches 2 teils Aa und dann Kurzgriffel, oder aa und Langgriffel.

Die Versuche wurden teils mit den im Freiland ausgepflanzten Stöcken, teils mit Topfpflanzen ausgeführt. Im ersten Falle wurden die ganzen Blütentrauben in Pergaminsäcke von entsprechender Form eingeschlossen, sowohl die zu bestäubenden als jene, die den Pollen liefern sollten. Im zweiten Falle wurden die Töpfe, soweit es möglich war, einzeln oder paarweise in den für Bestäubungsversuche bestimmten Gewächshausabteilungen, bei denen der Zutritt größerer Insekten ausgeschlossen werden kann, isoliert, ohne daß die Blütentrauben dann noch weiter geschützt worden wären. Vor der Bestäubung wurden die Antheren mit der Scheere abgeschnitten, ohne daß eigent-

lich kastriert wurde. Wenn die Selbstbestäubung nicht, wie bei den verschiedenen darauf geprüften Pflanzen, stets vollkommen war, so wäre damit eine Fehlerquelle gegeben. Von den wenigen, tatsächlich beobachteten Abweichungen vom erwarteten Resultat, die später angeführt werden sollen, ist aber nur eine (Vers. XIX) vielleicht durch ein \pm selbstfertiles Individuum (13 B) zu erklären; sonst müssen sie andere Ursachen gehabt haben.

Ich habe die Ergebnisse in Tab. 2 zusammengestellt, nicht in der Reihenfolge, in der die Versuche angestellt wurden, sondern nach den Erbformeln der Eltern geordnet. Sind in der zweiten, die Versuchsnummern enthaltenden Kolonne zwei Zahlen aufgeführt, so sind es die beiden reziproken Verbindungen des in der dritten Kolonne angegebenen Elternpaares, die zur Vereinfachung in der Tabelle zusammengefaßt wurden. Es durfte das geschehen, weil sie (von einer sehr fraglichen Ausnahme abgesehen, S. 1221) stets ganz das gleiche Ergebnis hatten. Vor die einzelnen, durcheinander gehenden, eigentlichen Versuchsnummern wurden in der ersten Kolonne der leichteren Verständigung halber neue Nummern in römischen Ziffern gestellt. Unter die Elternpflanzen, die mit der Versuchsnummer, aus der sie stammen, und einem Buchstaben bezeichnet sind, ist die mittlere Griffellänge in Millimetern gesetzt.

Von einer Pflanze wurden gewöhnlich 10 Griffel in der schon angegebenen Weise gemessen, bei einigen Versuchen nur je 5. Aus den so gewonnenen Zahlen nahm ich das arithmetische Mittel, als Charakter der betreffenden Pflanze. Wie schon nach dem Ergebnis des Versuches 2 zu erwarten war, wurden Pflanzen erhalten, die zwar gewöhnlich leicht in die eine oder die andere der zwei Hauptgruppen, Langgriffel und Kurzgriffel, zu bringen waren, sich aber in jeder Gruppe wieder auffällig in ihrer Griffellänge unterschieden. Die Mittelwerte sind deshalb in Klassen von 0,5 mm Spielraum gebracht, die in Zehntelmillimetern am Kopf der Tabelle stehen. Die Zahlen geben immer die obere Grenze, nicht die Mitte der Klasse an. Als Frequenz der einzelnen Klassen ist gewöhnlich nicht die gefundene Individuenzahl selbst, sondern die Prozentzahl eingesetzt, der leichteren Vergleichbarkeit wegen. Die Gesamtzahl (n) ist in der vierten Kolonne angegeben; daraus und aus der Prozentzahl kann man sich ja jederzeit die gefundene Individuenzahl einer Klasse berechnen. Nur wenn die Gesamtzahl sehr klein war (III, VII), sind diese Zahlen direkt eingesetzt worden.

Ganz rechts in der Tabelle sind die Individuen jedes Versuches in die zwei Kategorien, Lgr = Langgriffel und Kgr = Kurzgriffel, verteilt; unter die beobachteten Zahlen sind die zu erwartenden kursiv gesetzt. Waren beiderlei Individuen beim selben Versuch entstanden, so machte ihre Unterbringung in die Kategorien gewöhnlich keine Schwierigkeiten; oft fielen eine oder zwei Längerklassen dazwischen aus. Wo ich die Grenze gezogen habe, ist in der Tabelle durch einen senkrechten Strich in der horizontalen Zahlenreihe angegeben.

Tabelle
Mittlere Griffellänge

	Nr.	Versuche	n	25	30	35	40	45	50	55
		aa + aa								
I	18,19	2 J + 2 K 7,9 7,0	221					0,5	|	0,5
II	20,24	7 A + 7 D 8,1 7,9	95			1,1	3,2	4,2	3,2	
III	25	8 A + 8 B 9,0 8,7	8							
		Aa + aa								
IV	8,12	D + 2 C 3,3 6,8	54		3,7		7,4	13,0	11,1	7,4
V	32	D + 2 D 3,3 8,2	144			0,7	7,6	13,9	17,4	4,2
VI	39	C + 18 A 3,3 8,5	141	0,7		1,4	10,6	20,6	12,8	3,5
VII	28	13 A + 13 B 5,2 5,3	10				2	1		1
VIII	33,36	7 A + 8 D 8,1 2,9	43	2,3	2,3	4,7	7,0	23,3	16,3	4,7
IX	37	13 B + 8 A 5,3 9,0	151			4,0	14,6	15,9	12,6	4,6
		Aa + Aa								
X	7,11	D + 2 B 3,3 3,6	79	5,1	1,3	11,4	12,7	24,1	12,7	3,8
XI	9,13	D + 2 F 3,3 5,0	50			2,0	2,0	10,0	20,0	30,0
XII	10,14	D + 2 J 3,3 7,9	90			3,3	8,9	20,0	25,6	8,9
XIII	16	C + 2 G 3,3 3,7	90	1,1	1,1	15,6	21,1	15,6	15,6	7,8
XIV	15,17	2 B + 2 G 3,6 3,7	159	1,9	7,4	21,4	23,9	14,5	5,7	0,6
XV	29,31	13 B + 13 C 5,3 4,7	85		3,5	9,4	18,8	16,5	11,8	9,4
XVI	26,27	8 C + 8 D 3,6 2,9	89		16,9	32,6	22,5	3,4	3,4	3,4
		AA + aa								
XVII	34,35	7 B + 8 A 3,2 9,0	43		2,3	4,7	20,9	37,2	18,6	11,6
		AA + Aa								
XVIII	22,23	7 B + 7 C ¹⁾ 3,2 3,4	49	2,0	4,1	32,7	30,6	26,5	2,0	
XIX	38	13 B + 7 B 5,3 3,2	108	3,7	7,4	16,7	23,1	35,2	10,2	0,9

1) Möglicherweise AA + AA.

2.
in Zehntelmillimeter.

60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	Kgr	Lgr
											0	1
4,1	8,6	14,9	23,5	22,6	15,8	7,7	1,4	0,5			1 ?	220
|		2,1	5,3	15,8	22,1	21,1	12,6	8,4		1,1	11	221
	1		1	2	2	1		1				84
												95
												8
											1	1
3,7	3,7	|	3,7	20,4	16,7	5,6	3,7				27	27
											27	27
0,7	|0,7	0,7	6,9	13,9	17,4	9,0	5,6	1,4			64	80
											72	72
1,4	|	2,1	7,8	16,2	12,8	3,5	3,5	1,4	1,4		72	69
											71	70
1	|		1	1	1	2					5	5
											5	5
|4,7	11,6	14,0	2,3	2,3		2,3		2,3			28	17
											22	21
5,3	2,6	7,3	9,9	5,3	8,6	6,0	2,6	0,7			88	63
	|										76	75
											3	1
1,3	|1,3	3,8	7,6	10,1	3,8	1,3					57	22
											59	20
8,0	10,0	2,0	|	6,0	4,0	4,0	2,0				42	8
											37	13
1,1		|	2,2	10,0	12,2	5,6	1,1		1,1		61	29
											67	23
|	3,3	4,4	3,3	5,6	5,6						70	20
											67	23
2,5	3,8	3,8	6,3	5,7	1,3	1,3					120	39
											120	39
4,7	|1,2	2,4	2,4	4,7	3,5	4,7	4,7	2,4			63	22
											64	21
|2,2	9,0	4,5	1,1		1,1						73	16
											67	22
											1	0
4,7											43	
											43	
											1	0
2,0											49	
											49	
|		0,9			1,9						105	3
											108	

Wie man leicht sieht, geben die einzelnen Versuche Zufallskurven, oft sehr schöne, wobei zu einem Versuch nur eine gehört oder zwei. Ist eine Pflanze der Erbformel aa mit einer andern derselben Formel verbunden worden, so erhalten wir nur eine Kurve, deren Gipfel auf der rechten Seite der Tabelle liegt (I—III). War bei einem der Eltern die Erbformel AA , so befindet sich der Gipfel der einzigen Kurve links (XVII—XIX). Gibt der Versuch zwei Kurven, so sind wieder zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden. Hatte das eine Elter die Erbformel Aa und das andere jene aa , so liegt der eine Gipfel rechts, der andere Gipfel links, und beide

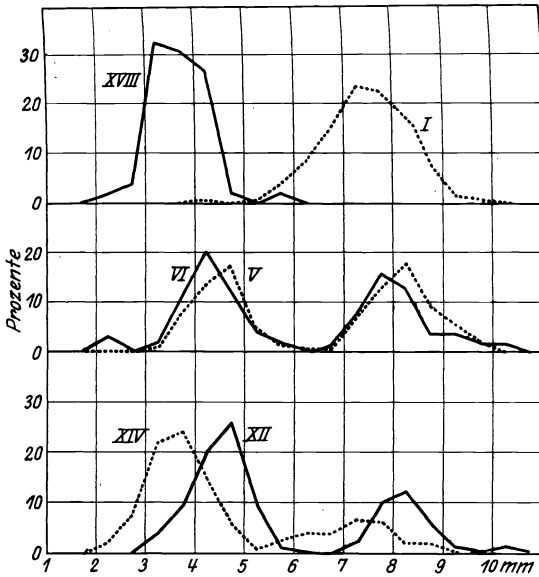


Abb. 1. Kurven zu den Versuchen, die in Tab. 2 mit den gleichen römischen Zahlen aufgeführt sind.

andere Gipfel links, und beide sind etwa gleich hoch, oder der Flächeninhalt der beiden Kurven ist annähernd gleich (entsprechend dem Verhältnis $1 Aa : 1 aa$, IV—IX). Besaßen dagegen beide Eltern die Erbformel Aa , so liegt zwar wieder der Gipfel der einen Kurve rechts, der der andern links, aber der Flächeninhalt der Kurve rechts ist kleiner, nur ein Viertel so groß, als der der Kurve links (entsprechend dem Verhältnis $3 (1 AA + 2 Aa) : 1 aa$, X—XVI). Dies alles entspricht, wie nicht weiter ausgeführt werden braucht, der Erwartung. In Abb. 1 sind die Kurven von 6 Versuchen gezeichnet.

Alle geprüften Kurzgriffel des Versuches 2 (2 B, 2 F, 2 G) erwiesen sich, wie nach ihrer Abstammung zu erwarten war (Pflanze C = Aa + Pflanze A = aa), als Heterozygoten; der eine sichere homozygotische Kurzgriffel, 7 B, trat, wie ebenfalls zu erwarten war, in der Nachkommenschaft zweier heterozygoter Kurzgriffel (D, 2 B) auf. (Möglicherweise war auch 7 C, das nur mit 7 B geprüft worden ist, ein AA -Homozygot.) Langgriffel, die auf gleiche Weise (aus der Verbindung $Aa + Aa$) entstanden waren, erwiesen sich als Homozygoten (8 A, 8 B), wie die Langgriffel des Versuches 2 (2 C, 2 D) etc. 2 F mit seinem ziemlich langen Griffel (Mittel 5,0 mm) erwies sich (XI) als richtiger Kurzgriffel. Vers. VII lehrt, daß es, rein nach der Griffellänge, auch ein Langgriffel hätte sein können, denn der Langgriffel 13 A mit einer mittleren Länge von 5,2 mm war kaum davon verschieden. Die Griffellänge allein ent-

scheidet also nicht immer sicher über die Zugehörigkeit zur einen oder andern Kategorie; das tut nur das Verhalten bei dem Vererbungsversuch.

Es fanden sich hie und da einige Individuen mit Griffellängen, die nicht zu erwarten waren. So bei XIX unter Kurzgriffeln drei mit entschieden zu langen Griffeln. Schuld daran ist wohl ein kleiner Fehler bei der Bestäubung oder der Ernte, vielleicht auch eine geringe Selbstfertilität von 13 B. Anstößiger ist das Ergebnis bei II, wo sich neben den zu erwartenden Langgriffeln ziemlich viel Kurzgriffel, 11 Stück = 12 Prozent, fanden. 9 davon, darunter die kürzeren, gehören der einen Bestäubung (7 A ♀ + 7 D ♂) an, und nur 2 der umgekehrten (7 D ♀ + 7 A ♂). Auch hier wird bei den mehrfachen Bestäubungen an einem Tag ein Fehler unterlaufen sein. Schließlich muß ich noch auf zwei Versuchspaare hinweisen, die für ein- und dieselbe Pflanze ein völlig widersprechendes Resultat gegeben haben. 2 J ist sicher langgrifflig, und nach I (Versuch 18 und 19) hat es demnach auch die Erbformel aa; nach XII (Versuch 10 und 14) ist es dagegen Aa, also ein heterozygoter Kurzgriffel. Die einen Versuche wurden 1917, die anderen 1916 ausgeführt, und es wird sicher 1916 ein Versehen beim Bestäuben oder Markieren vorgekommen sein. Ich wollte die Versuche trotzdem nicht unterdrücken.

Zusammenfassend können wir also sagen: Einerseits stellt die Langgriffligkeit und die Kurzgriffligkeit ein einfaches, spaltendes Merkmalspaar dar. Andererseits kommen aber offenbar sowohl unter den Langgriffeln als den Kurzgriffeln wieder hinsichtlich der Griffellänge erblich verschiedene Typen vor, die sich in jeder Kategorie um einen Mittelwert nach der Zufallkurve anordnen und auf das Vorkommen polymerer Faktoren hinweisen, etwa wie wir sie seit NILSSON-EHLES Untersuchungen für die Farbe des Weizenkorns kennen. Es liegt darin, daß die Griffellänge einer bestimmten Pflanze einerseits von einem Gen, andererseits von mehreren polymeren Faktoren abhängt, wohl nur ein scheinbarer Widerspruch. Wir können zunächst annehmen, daß bei der ursprünglichen, langgriffligen Stammform polymere Faktoren, L_1 , L_2 , L_3 usw. sehr verschiedene Griffellängen bedingen, wobei die Grenzen zwischen den einzelnen Genotypen durch die Modifikationen verwischt werden. Die Kurzgriffel sind dann durch das Auftreten eines Hemmungsfaktors A bedingt, der von den polymeren Faktoren ganz unabhängig ist. Er wirkt aber so auf sie, daß die Länge der Griffel, die nach ihnen eigentlich zu erwarten ist, etwa auf die Hälfte herabgesetzt wird. Würde $L_1L_2L_3$ a einen Griffel von 6 mm, $L_1L_2L_3$ A einen von 8 mm und $L_1L_2L_3$ a einen von 10 mm bedingen (alle drei sind Langgriffel), so würde ihn $L_1L_2L_3$ A nur 3 mm, $L_1L_2L_3$ A nur 4 mm und $L_1L_2L_3$ A nur 5 mm lang werden lassen (alle drei gäben Kurzgriffel). Dabei könnte A in einem Chromosom für sich liegen, oder zusammen mit einem der L-Gene in einem Chromosom lokalisiert sein.

Bei der Selbststerilität der Art ist es ganz natürlich, daß schon die Stammpflanzen A und C (resp. D) verschiedene L-Sätze enthielten, und wenigstens eine von ihnen auch in diesem Punkt heterozygotisch gewesen ist. Deshalb konnte schon F₁ (Versuch 2) in der Griffellänge mehrförmig sein, und war es die Nachkommenschaft der weiteren Versuche erst recht. So erklärt sich unter anderm auch gut, daß die Kurvengipfel bei den verschiedenen Versuchen oft an merklich verschiedenen Stellen liegen, und daß, wenn der Versuch zwei Kurven zeigt, diese bald deutlich getrennt sind (VI, XII, XIII), bald deutlich übereinander greifen (VIII, XIV und besonders XVI). Ferner, daß auch die Langgriffelkurve nach rechts verschoben erscheint, wenn bei einem Versuch die Kurzgriffelkurve, gegenüber einem anderen Versuch, in dieser Richtung verschoben ist. Man vergleiche z. B. bei Abb. 1 VI mit V und XIV mit XII. Endlich eine oft auffallende Ähnlichkeit in der Form bei den beiden zusammengehörigen Kurven desselben Versuches und ein abweichendes Aussehen bei verschiedenen Versuchen, etwa bei Versuch V und VI der Abb. 1. A wirkt eben, oder wirkt nicht, innerhalb desselben Versuches auf denselben Komplex von L-Genen. Je stärker es wirkt, desto schärfer sind, *ceteris paribus*, die zwei Griffelkategorien getrennt.

An dem starken Schwanken der Griffellänge in den beiden Formklassen braucht man sich nicht zu stoßen. Es ist ja auch für die echten Heterostylen lange bekannt. Eine große Zahl von Messungen liegen vor allem für *Primula*, aber z. B. auch für *Pulmonaria* (von GAIN) vor. Meist wurde jedoch der Abstand zwischen Narben und Antheren bestimmt, und diese Zahlen lassen sich mit unseren kaum vergleichen. Ich selbst habe 1889 eine große Zahl Blüten der *Primula acaulis* aus der Umgebung von Graz gemessen. Alle Stöcke waren leicht als Kurzgriffel oder als Langgriffel zu klassifizieren; die desselben Standortes wurden sehr variabel gefunden, ebenso die Blüten desselben Stockes. Es wurden nur Blüten gemessen, deren Antheren noch Pollen enthielten, und deren Narben gut entwickelt waren, dem Zweck der damaligen Untersuchung entsprechend. Leider gingen die Aufzeichnungen selbst verloren, und ich besitze nur noch die Ergebnisse, wie ich sie damals zusammengefaßt habe, nicht die Mittelwerte, sondern nur die Extreme jeder Klasse¹).

Abstand in mm vom Grunde des Fruchtknotens bis zur

	Antherenspitze	Narbenkuppe
Langgriffel	8,5—13,5	12,0—19,0
Kurzgriffel	13,5—21,0	5,0—10,0

Die höchststehenden Antheren der Kurzgriffel waren also vom Fruchtknotengrund soweit entfernt als die tiefstehenden der Langgriffel. Zwischen

¹) Sie sind schon 1895 durch E. KNOBLAUCH veröffentlicht worden, aber ganz unbeachtet geblieben.

den Narbenkuppen klaffte eine Lücke von 2 mm; die Kuppe der höchststehenden Narbe der Kurzgriffel stand aber nur noch wenig vom Grund des Narbenkopfes des kürzesten Langgriffels ab. Es ist mir wahrscheinlich, daß es sich dabei nicht bloß um verschiedene Phänotypen handelte, sondern auch genotypische Unterschiede vorlagen, ähnlich wie bei *Veronica gentianoides*.

Die Narbenköpfe sehen sehr verschieden aus; sie sind vor allem sehr verschieden dick — wie die Griffel übrigens auch —, sind aber für das einzelne Individuum charakteristisch. Ihre Ausbildung geht jedoch durchaus nicht etwa parallel mit der Länge der Griffel; man findet bei Lang- und Kurzgriffeln dicke und schmale Köpfe (Abb. 2). In der Länge der „Narbenpapillen“ — es sind kurze Zellfäden, die am Grunde durch Längswände zweireihig geworden sind — konnte ich auch gar keinen durchgreifenden Unterschied zwischen Lang- und Kurzgriffeln finden. Ein solcher ist ja aber für echte Heterostylen durchaus nicht nötig.

II.

Es wurde schon hervorgehoben, daß sich die kurzgrifflige und die langgrifflige Stammpflanze hinsichtlich der Länge der Staubgefäße nicht merklich unterschieden. Die weiteren Untersuchungen haben dasselbe Ergebnis gehabt. Es wurde stets von jeder Pflanze, deren Griffellänge bestimmt wurde, auch ein Staubgefäß aus einer beliebigen Blüte gemessen. (Mehr war wegen der rasch vorübergehenden Blütezeit nicht möglich). Bestimmt wurde der Abstand der Spitze der — womöglich frisch aufgesprungenen — Anthere von dem unteren Ende des Filaments, nach seiner Loslösung von der Kronröhre. Die Länge schwankt bei derselben Pflanze stark, wie bei den Griffeln, und wohl aus denselben Gründen. Bei 2 D, Trieb I, maß ich an 19 Blüten zwischen 8,0 und 10,0 mm, im Mittel 9,2, für 2 D, Trieb II, an 11 Blüten zwischen 7,7 und 9,0 mm, im Mittel 8,4. Die beiden Staubgefäße derselben Blüte sind oft deutlich ungleich; hie und da wurden auch kontabesente Antheren beobachtet. Ich habe all das nicht weiter verfolgt und begnüge mich, in Tab. 3 für die umfangreichsten Versuche, die sowohl Kurz- und

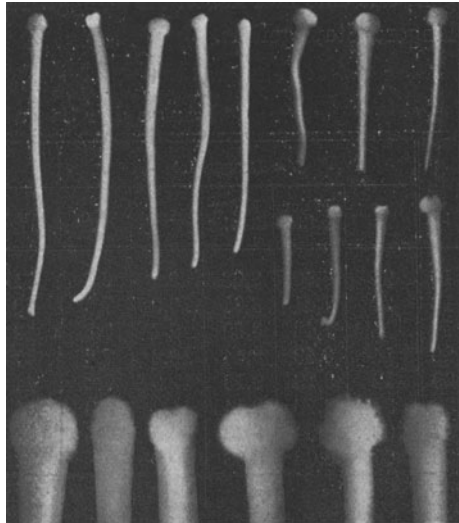


Abb. 2. Oben links 5 Griffel aus langgriffligen Blüten und rechts 7 aus kurzgriffligen (Vergr. 5). Unten 6 Narbenköpfe, links von 3 langgriffligen, rechts von 3 kurzgriffligen Blüten (Vergr. 15).

Langgriffel enthalten, die Mittelwerte (M) und die Maxima und Minima zusammenzustellen.

Innerhalb des gleichen Versuches, also bei Pflanzen gleicher Abstammung, ist demnach die durchschnittliche Länge der Staubgefäße bei den Langgriffeln und den Kurzgriffeln wenig verschieden. Wenn eine Differenz vorhanden ist, sind meist die längeren Staubgefäße bei den Langgriffeln gefunden worden, statt daß die Langgriffel kürzere gehabt hätten. Ist das umgekehrte der Fall, so ist der Unterschied geringer, 0,02 bis 0,23 mm, während die Differenz sonst (Vers. 16) bis zu 0,48 mm beträgt. Vers. 15 und 17 sind reziproke Verbindungen; das eine Mal haben die Langgriffel, das andere Mal die Kurzgriffel etwas längere Staubgefäße.

Tabelle 3.
Länge der Staubgefäße in mm.

Versuch	L = Langgriffel					K = Kurzgriffel					Diff. L—K (M)	M für L + K
	n	M der Griffel	M der Staubg.	Max.	Min.	n	M der Griffel	M der Staubg.	Max.	Min.		
15	25	6,90	8,08	9,1	6,8	71	3,59	8,14	9,5	6,5	— 0,06	8,10
16	20	7,41	8,81	10,0	7,8	70	4,07	8,33	10,0	6,5	+ 0,48	8,44
17	14	7,42	8,59	9,7	7,3	49	3,78	8,21	9,8	6,9	+ 0,38	8,32
26	14	6,49	8,44	10,2	7,2	47	4,08	8,07	10,2	4,0	+ 0,37	8,16
29	19	8,13	9,13	11,5	7,2	44	4,17	8,79	11,6	4,3	+ 0,34	8,89
32	80	8,16	9,14	11,0	7,9	64	4,48	9,37	11,0	7,0	— 0,23	9,34
37	63	7,64	8,73	10,5	7,2	88	4,47	8,75	11,0	7,0	— 0,02	9,36
39	69	8,06	8,98	10,6	7,2	72	4,34	8,76	9,9	5,0	+ 0,22	8,86
zus.	304					505						8,67

Die durchschnittliche Länge der Staubgefäße ist offenbar bei den einzelnen Versuchen nicht bloß zufällig ungleich, wenn die Abweichungen auch nicht so groß sind, wie bei den Griffeln innerhalb derselben Kategorie. Denn der größte und der kleinste Mittelwert der ganzen Versuche liegen 1,26 mm auseinander (15 und 37), während innerhalb eines Versuches (also bei kleinerem n) die Mittel bei den Kurz- und Langgriffeln höchstens um 0,48 mm (16) voneinander abstehen.

Wenn man die Zahlen für die Länge der Staubgefäße mit den Mittelwerten für die Griffellänge derselben Pflanzen in der bekannten Weise zusammenstellt, erhält man gewöhnlich eine merkliche, positive Korrelation. Ich gebe nur zwei derartige Tabellen wieder. Die eine bezieht sich auf den Versuch XIX (38), der nur Kurzgriffel geben sollte, und den Versuch I (18,19), der nur Langgriffel gab (mit einer fraglichen Ausnahme), die andere auf den Versuch VI (39), bei dem etwa gleichviel Langgriffel und Kurzgriffel herauskamen.

zu und ab, während die durchschnittliche Länge der Staubgefäße (Tab. 3) in beiden Klassen so gut wie gleich ist.

In der (variablen) Größe der Pollenkörner verhielten sich Langgriffel und Kurzgriffel gleich, wie nach der gleichen Länge der Staubgefäße wohl zu erwarten war.

Bei den Versuchen fiel immer wieder auf, daß bei den verschiedenen Individuen die Blumenkronen oft sehr merklich ungleich groß waren, und daß ein durchschnittliches Ausmaß für die einzelnen Individuen charakteristisch war; es gab ausgesprochen großblumige bis herab zu auffallend kleinblumigen. Ich habe nun bei Gelegenheit der Griffelmessungen auch für jede Pflanze die Breite der Krone einer beliebigen Blüte bestimmt, so gut es gehen wollte, und zwar den Abstand der Spitzen der beiden seitlichen Kronzipfel, nachdem der Saum flach ausgebreitet war. Das Ergebnis ist in Tab. 6 für

Tabelle 6.
Breite der Blumenkrone in mm.

Versuch	L = Langgriffel					K = Kurzgriffel					Diff. L—K (M)	M für L+K
	n	M der Griffel	M der Krone	Max.	Min.	n	M der Griffel	M der Krone	Max.	Min.		
15	25	6,90	15,7	19,0	13,0	71	3,59	15,7	20,0	12,0	± 0	15,7
16	20	7,41	15,6	19,0	13,0	70	4,07	15,6	20,0	13,0	± 0	15,6
17	14	7,42	16,6	19,0	14,5	49	3,78	16,0	18,0	13,5	+ 0,6	16,1
26	14	6,49	15,6	17,5	13,5	47	4,08	14,9	17,0	6,5	+ 0,7	15,1
29	19	8,13	17,8	22,5	16,0	44	4,17	17,5	23,0	9,0	+ 0,3	18,1
32	80	8,16	16,9	20,0	13,5	64	4,48	16,5	19,0	13,5	+ 0,4	16,7
37	63	7,64	16,8	21,0	12,0	88	4,47	16,6	20,0	12,4	+ 0,2	17,9
39	69	8,05	16,6	19,0	13,0	72	4,34	16,3	19,3	10,3	+ 0,3	16,5
	Länge der ganzen Pflanze in cm											16,5
	69		60,7	85	34	72		60,9	79	19	- 0,2	60,8

jene Versuche, die lang- und kurzgrifflige Individuen in etwas reichlicherer Zahl enthielten, zusammengestellt, für dieselben, die das Material für Tab. 3 gaben.

Man sieht, daß innert desselben Versuches im Durchschnitt entweder die Kurzgriffel und Langgriffel gleichgroße Kronen hatten, oder, gewöhnlich, die Langgriffel etwas größere. Doch ist der Unterschied geringfügig; als Maximum wurden 0,7 mm gefunden. Die einzelnen Versuche als ganzes genommen zeigten dagegen charakteristische, gewiß durch Erbfaktoren bedingte Unterschiede. Als größte Differenz der Mittelwerte (zwischen Versuch 26 und 29) wurden 3,0 mm gefunden. Freilich sind gerade hier die Außenbedingungen sehr wirksam und die Ausmaße bei derselben Pflanze auffällig verschieden.

Bei 2 D, Trieb I, fand ich z. B. für 14 Blüten zwischen 15 und 18 mm, im Mittel 16,3, bei 2 D, Trieb II, für 12 Blüten zwischen 13 und 14,8 mm, Mittel 13,9.

Bei Versuch 39 wurde auch für jede Pflanze die Länge des größten Sprosses, vom Boden bis zur Spitze der abgeblühten Traube, bestimmt, im ersten Blütenjahr. Denn auch hierin unterschieden sich nebeneinander ausgepflanzte Individuen sehr merklich. Das Ergebnis der Messungen ist dem Schluß der Tab. 6 angefügt und zeigt, daß im Mittel Langgriffel und Kurzgriffel (fast) genau gleich groß wurden.

Im allgemeinen ist, soweit entsprechende Tabellen aufgestellt worden sind, kaum eine Korrelation zwischen der mittleren Griffellänge und der Größe der Blumenkrone und der ganzen Pflanze zu finden, eher noch eine positive als eine negative. Es gab aber einzelne Individuen, die in allen festgestellten Maßen besonders klein waren. Von den für Tab. 5 (Versuch VI, 39) verwendeten Pflanzen stehen z. B. nach der Länge der Griffel und Staubgefäße drei weit von den übrigen ab. Ihre Maße waren (in Millimeter, darunter sind die Mittelwerte des ganzen Versuches gesetzt):

Pflanze	Griffel	Staubgefäße	Krone	Stengel	
92	2,47	5,0	10,3	90	
97	5,03	5,0	13,6	610	
19	6,00	5,5	13,0	490	
M des ganzen Versuches		{K: 4,34 L: 8,06	8,86	16,5	608

Die erste war sicher ein Kurzgriffel; die zwei andern wurden nach dem Verlauf der Griffelkurven allein ebenfalls zu den Kurzgriffeln gerechnet, sie waren aber in Wirklichkeit vielleicht verzweigte Langgriffel, wie es die Korrelationstabelle nahelegt.

Ähnlich liegt die Sache wohl mit dem besonders kurzgriffligen Individuum bei Versuch I (Tab. 2). Zu der Griffellänge von 4,28 mm gehörte hier nämlich eine Staubgefäßlänge von 6,1 mm und eine Kronengröße von 10; auch diese Pflanze wird ein verzweigter Langgriffel gewesen sein.

III.

Die untersuchten Lang- und Kurzgriffel bei *Veronica gentianoides* verhalten sich also soweit genau so, wie die Lang- und Kurzgriffel mancher Heterostylen, z. B. der *Linum*-Arten, wo sich die beiden Kategorien ja auch nur durch die Griffellänge unterscheiden, und nach LAIBACH ein einfachster Mendelfall mit Dominanz der Kurzgriffel vorliegt. Das Vorkommen von Kurz- und Langgriffeln und ihr genetisches Verhalten ist aber nicht das einzige

Charakteristikum der Heterostylen, wie wir eingangs sahen. Bei den echten Heterostylen ist außerdem der Erfolg nach illegitimer Bestäubung (Kurzgriffel mit Kurzgriffel und Langgriffel mit Langgriffel) bekanntlich schlechter als bei legitimer (Kurzgriffel mit Langgriffel). Auch dieser Punkt war also bei *Veronica gentianoides* zu prüfen. Dabei war natürlich der Selbststerilität Rechnung zu tragen; das negative Ergebnis einer Bestäubung konnte sowohl von ihrer „Illegitimität“ als davon herrühren, daß die verbundenen Pflanzen hinsichtlich der Selbststerilität dieselbe genotypische Konstitution besaßen. Der Mißerfolg der Bestäubung hätte dann mit der Ungleichgriffligkeit gar nichts zu tun gehabt.

Meine Versuche hatten zunächst ergeben, daß Pflanzen mit gleicher Griffellänge miteinander schätzungsweise ebensogut ansetzen können, wie Kurzgriffel mit Langgriffeln. Die volle Giltigkeit dieses Ergebnisses ist mir aber durch einige genaue Zählungen fraglich geworden, die im verflossenen Sommer angestellt wurden. Die F_1 -Pflanze 2 C — ein Langgriffel mit relativ kurzem Griffel (M 6,78) — wurde mit dem Pollen verschiedener Individuen aus dem Versuch 39 (C + 18 A (2 J + 2 K)) bestäubt. Außer 6 typischen Langgriffeln (M 6,59—10,41) waren es 10 Kurzgriffel, von denen 6 ganz typisch waren (M 3,25—4,54), während 4 besonders lange Griffel hatten (M 5,12—5,27—5,71—6,00), aber nach dem Verlauf der Doppelkurve noch zu den Kurzgriffeln gehörten. Alle Verbindungen waren fruchtbar, aber in ungleichem Grade.

Tabelle 7.

2 C bestäubt mit Pollen von	Bestäubte Blüten	Erhaltene Kapseln	Pro Blüte in %	Samen i. d. Kaps.	Pro Kapsel	Pro Blüte	Bestäubung
	(Durchschnittlicher Ertrag)						
10 Kurzgr.	153	105	69	1028	9,8	6,7	legit.
6 Langgr.	79	41	52	316	7,7	4,0	illegit.
	(Höchster Samenertrag pro Blüte)						
Kurzgr. 27/3	16	15	94	182	12,1	11,4	legit.
Langgr. 2/2	10	10	100	100	10,0	10,0	illegit.
	(Niedrigster Samenertrag pro Blüte)						
Kurzgr. 1/1	21	5	24	32	6,4	1,5	legit.
Langgr. 29/4	12	6	50	19	3,1	1,6	illegit.

Nach diesen Versuchen ist doch ein geringer Unterschied zugunsten der ungleichartigen Verbindungen, wenigstens im Samenertrag der ansetzenden Blüten, vorhanden. Sie bedürfen aber dringend der Wiederholung und Erweiterung.

Soll der Erfolg der legitimen und illegitimen Bestäubung verglichen werden, so müssen natürlich dem verschiedenen Pollen die gleichen Chancen gegeben, die Narben also künstlich bestäubt werden. Eine andere Frage ist es, ob nicht

im Freien, bei spontaner Bestäubung, die kurzgriffligen Pflanzen in ihrer Fruchtbarkeit hinter den langgriffligen zurückstehen. Denn nach dem Bestäubungsmodus, für den die Blüte „konstruiert“ ist, ist ein schlechterer Ansatz der Kurzgriffel zu erwarten.

Die Blüte ist eine typische Schwebefliegenblume, wie die unserer *Veronica Chamaedrys*. Wenn das Insekt den Rüssel in den Blütengrund stecken will, hält es sich mit den Vorderbeinen an den beiden Staubgefäßen, nahe am Grunde, und schlägt sie sich, die wegen ihrer verdünnten, als Gelenk ausgebildeten Basis leicht beweglich sind, an die Unterseite des Hinterleibes, der dabei mit Pollen bedeckt wird. Beim nächsten Besuch einer langgriffligen Blüte wird die Narbe des etwa gleich langen, vorgestreckten Griffels, der „Anflugstange“, die bestäubten Stellen zuerst berühren und Pollen aufnehmen können. Dieser Vorgang ist von R. LANGE (1915, S. 265) auch direkt beobachtet worden. Bei einer kurzgriffligen Blüte dagegen, deren Griffel nur etwa halb so lang ist wie die Staubgefäße, muß, solange die Bestäubung in dieser Weise erfolgt, die Wahrscheinlichkeit, daß Pollen auf die Narbe gelangt, zwar nicht gleich Null, aber doch geringer sein, und die Menge also kleiner. Für eine volle Bestäubung müßten bei dem gegebenen Mechanismus die Langgriffel halb so lange Staubgefäße haben.

Ich habe bei drei Versuchen, die alle Lang- und Kurzgriffel enthielten und zusammen ausgepflanzt waren, vor der Reife den Ansatz der einzelnen Pflanzen abgeschätzt — ohne sie dabei auf die Griffellänge anzusehen — und sie in 13 Klassen gebracht, die in der folgenden kleinen Tabelle in 6 zusammengezogen sind.

Tabelle 8.

Griffel	A n s a t z						zu- sammen	
	sehr gut	gut	mittel	schlecht	sehr schlecht	o		
Kurz	17	33	27	7	2	—	86	in Prozent
	20	38	31	8	2	—	100	
Lang	42	23	9	2	2	1	79	in Prozent
	53	29	11	3	3	1	100	

Danach haben die Langgriffel tatsächlich im Durchschnitt merklich besser angesetzt als die Kurzgriffel. Wenn der Unterschied nicht auffälliger ist, so ist daran wohl zweierlei schuld. Einmal arbeitet der Mechanismus natürlich nicht mit voller Präzision. Und dann besuchen auch andere Insekten die Blüten, für die diese nicht völlig oder gar nicht angepaßt sind. R. LANGE (1915, S. 265) hat Bienen und kleine, nur Pollen raubende Fliegen beobachtet, E. LOEW (KNUTH, 1899, S. 174) kleine Käfer (*Anthrenus Scrophulariae*). Sie werden auch den Pollen langgriffliger Stöcke auf die Narben der kurzgriffligen bringen.

IV.

Wir kommen nun noch zum dritten der Punkte, die für die echten Heterostylen charakteristisch sind, zu dem gemeinsamen Vorkommen beider Formen auf demselben Standort und im ungefähren Zahlenverhältnis 1 : 1. *Veronica gentianoides* ist in Kleinasien, vom bithynischen Olymp bis in den Kaukasus, heimisch. Ich habe das reichliche, vielförmige Material, das im Herbar des botanischen Museums Berlin liegt, durchsehen können. Wie natürlich sind von einem Standort nur wenige Exemplare, oft nur eines, vorhanden. Genaue Messungen waren ohne Beschädigungen nicht möglich und hätten auch wenig Sinn gehabt. Einmal, da mir alle Erfahrungen fehlten, wie stark die Griffel beim Eintrocknen schrumpfen, und dies Schrumpfen natürlich auch davon abhängen wird, wie scharf die Exemplare gepreßt worden waren. Und dann, weil ja schließlich nur das genetische Verhalten sicher über die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Kategorie entscheidet. So viel ist wohl sicher: Von einer auch nur annähernden Gleichzahl von Langgriffeln und Kurzgriffeln auf dem natürlichen Standort kann keine Rede sein. Die Pflanzen von der gleichen Lokalität waren sich gewöhnlich in der Griffellänge ähnlich; ausgesprochene Langgriffel überwogen sehr stark. Doch waren auch richtige Kurzgriffel vorhanden, auch unter den kultivierten Exemplaren. So betrug zwar bei 3 Infloreszenzen aus dem Pariser botanischen Garten vom Jahre 1824 die Entfernung des Narbenkopfes von der Kelchbasis 8 bis 8,5 mm, bei 2 im Jahr 1823 eingelegten aber nur 4,5 bis 5 mm, ebensoviel bei einer aus dem Malmaison-Garten und bei einem Stück, das in Berlin aus Samen aus Tiflis gezogen worden war.

Bei den echten Heterostylen ist neben der Vererbungsweise der beiden Formen (die ja mit der bei *Veronica gentianoides* übereinstimmt) der wesentlich schlechtere Erfolg der illegitimen Bestäubungen an dem Zahlenverhältnis von annähernd 1 Langgriffel: 1 Kurzgriffel schuld. Da nun bei der *Veronica* illegitime und legitime Verbindungen sich nicht oder doch nur wenig in ihrer Fruchtbarkeit unterscheiden, ist es begreiflich, daß jede Form für sich allein vorkommen kann. Die Langgriffel sind, wie schon ihr rezessives Verhalten wahrscheinlich macht, phylogenetisch älter und häufiger, die Kurzgriffel ihres schlechteren Ansatzes wegen im Nachteil.

Zusammenfassend können wir sagen: *Veronica gentianoides* stimmt auf der einen Seite in einigen Punkten mit den echten Heterostylen überein:

Es gibt langgrifflige und kurzgrifflige Stöcke. Die Griffellänge ist erblich. Kurzgrifflig dominiert über langgrifflig; der Bastard spaltet normal und ganz einfach auf.

Die Griffellänge wird bei beiden Sippen zunächst durch eine Reihe ähnlicher polymerer Faktoren (L_1 , L_2 , L_3 etc.) bestimmt und ist deshalb stark

verschieden, mit regelmäßigem Schwanken um einen Mittelwert. Bei den Kurzgriffeln setzt ein weiterer Faktor (A) die Länge, die den polymeren Faktoren entspräche, etwa auf die Hälfte herab.

In der Größe des Narbenkopfes und in der Länge der Narbenpapillen ist kein durchgehender Unterschied vorhanden.

Die Länge der Staubgefäße, die Größe der Pollenkörner und die Höhe der ganzen Pflanzen sind, so verschieden die einzelnen Individuen darin sein können, bei Lang- und Kurzgriffeln ebenfalls gleich.

Unsere *Veronica gentianoides* entspräche also einer Heterostylen vom *Linum*-Typus. Im besonderen haben die Langgriffel eher längere Staubgefäße, als die Kurzgriffel, statt daß sie kürzere hätten. Innerhalb jeder Klasse besteht im gleichen Versuch eine deutliche, positive Korrelation zwischen Griffellänge und Staubgefäßlänge.

Veronica gentianoides unterscheidet sich aber auf der anderen Seite von den echten Heterostylen in folgendem:

Die „legitimen“ und „illegitimen“ Bestäubungen sind entweder gleich fruchtbar, oder der Erfolg ist bei den legitimen nur wenig besser. Dieser Unterschied ist nur ein gradueller, denn wir wissen, daß bei den echten Heterostylen die illegitimen Bestäubungen ungleich schlecht ansetzen, je nach der Spezies und, nach LAIBACH, je nach der Sippe innerhalb derselben Art (*Linum austriacum*).

Eine weitere Differenz liegt darin, daß sich die Kurzgriffel und Langgriffel am natürlichen Standort nicht auch nur annähernd im Verhältnis 1 : 1 finden, soweit das vorliegende Material das beurteilen läßt; die Kurzgriffel sind viel seltener. Man kann das zu erklären versuchen durch die völlige, oder doch große Fruchtbarkeit der illegitimen Verbindungen, das phylogenetisch jüngere Alter der Kurzgriffel und ihre geringere Fertilität, wenn sie mit den Langgriffeln dem Insektenbesuch überlassen sind.

Veronica gentianoides ist selbststeril, soweit meine Erfahrungen reichen, völlig. Folgte die Selbststerilität einem anderen, einfacheren Typus — bestünde die Nachkommenschaft zweier miteinander fruchtbarer Individuen nur aus zweierlei Stöcken, von denen jeder mit jedem derselben Klasse steril und mit jedem der andern Klasse fertil wäre, wie das vorkommt —, und wären die Faktoren, die die Selbststerilität bedingen, teils an den Hemmungsfaktor A, teils an a gekoppelt, so würden wir ein Verhalten haben, das dem der echten Heterostylen entspräche. Bei diesen hat jedoch nach G. VON UBISCH die Illegitimität nichts mit der Selbststerilität zu tun. Ich selbst habe gefunden, daß bei dem mir vorliegenden *Linum perenne* zwischen Geschwistern nur ein Teil der legitimen Verbindungen gelang, was vielleicht auf die Existenz von Selbststerilität und Heterostylie nebeneinander hinweist.

Veronica gentianoides vereinigt also Züge, die zu den Heterostylen passen, mit solchen, die ihnen fremd sind. Sie bildet ein Bindeglied zwischen Heterostylen und gewöhnlichen, isostylen Pflanzen, nicht eine Vorstufe der Heterostylen.

Literatur.

- BATESON and GREGORY, 1905. On the Inheritance of Heterostylism in *Primula*, Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, 76. Bd.
- N. BARLOW, 1913. Preliminary Note on Heterostylism in *Oxalis* and *Lythrum*. Journ. of Genet. III. Bd., 53.
- C. CORRENS, 1921. Zahlen- und Gewichtsverhältnisse bei einigen heterostylen Pflanzen. Biol. Zentralbl. Bd. 41, S. 97, G. A. 51, 1075.
- K. V. O. DAHLGREN, 1916. Zytologische und embryologische Studien über die Reihen der *Primulales* und *Plumbaginales*. K. Sv. Vet. Akad. Handl. LVI. Nr. 4.
- 1921. Vererbung der Heterostylie bei *Fagopyrum* (nebst einigen Bemerkungen über *Pulmonaria*). Hereditas Bd. III, S. 91.
- CH. DARWIN, 1862. On the two Forms, or Dimorphic Condition, in the Species of *Primula*. Journ. Linnean Soc. Botany, Vol. VI p. 77.
- 1877. The Different Forms of Flowers. London.
- E. KNOBLAUCH, 1895. Über die dimorphen Blüten von *Hockinia montana* etc. Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XIII, S. 289.
- P. KNUTH, Handbuch der Blütenbiologie, Leipzig. Bd. I, 1898; Bd. II, 2. Teil 1899.
- F. LAIBACH, 1921. Über Heterostylie bei *Linum*. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre. Bd. XXVII, S. 245.
- 1923. Die Abweichungen vom „mechanischen“ Zahlenverhältnis der Lang- und Kurzgriffel bei heterostylen Pflanzen. Biol. Zentralbl. Bd. 43, S. 148.
- R. LANGE, 1915. Beiträge zur biologischen Blütenanatomie. COHN'S Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. XIII, Heft 2.
- E. LEHMANN, 1919. Über die Selbststerilität von *Veronica syriaca*. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre, B. XXI, S. 1 (I. Teil).
- 1921. II. Teil, ebenda, Bd. XXVII, S. 161.
- G. TISCHLER, 1917. Pollenbiologische Studien. Zeitschr. f. Bot. IX, 417.
- 1918a. Untersuchungen über den anatomischen Bau der Staub- und Fruchtblätter bei *Lythrum Salicaria* mit Beziehung auf das „Illegitimitätsproblem“. Flora, N. Folg. Bd. XI, 162.
- 1918b. Analytische und experimentelle Studien zum Heterostylie-Problem bei *Primula*. Festschr. Kgl. Württ. Landw. Hochsch. Hohenheim.
- 1918c. Das Heterostylie-Problem. Biol. Zentralbl. 38. Bd., S. 461.
- G. v. UBISCH, 1921. Zur Genetik der trimorphen Heterostylie sowie einige Bemerkungen zur dimorphen Heterostylie. Biol. Zentralbl. 41. Bd., S. 88.
- 1923. Versuche über Vererbung und Fertilität bei Heterostylie und Blütenfüllung. Zeitschr. f. Bot. XV, S. 193.

Anhang.

61. GREGOR MENDELS Briefe an CARL NÄGELI. 1866—1873.

Ein Nachtrag zu den veröffentlichten Bastardierungsversuchen MENDELS.

Abhandlungen der Mathematisch-Physischen Klasse der Königlich Sächsischen
Gesellschaft der Wissenschaften Bd. 29, Nr 3, S. 189—265. 1905.

Einleitung.

Als im Frühjahr 1900 durch DE VRIES, den Herausgeber und E. TSCHERMAK die merkwürdigen Ergebnisse, zu denen G. MENDEL¹⁾ bei seinen Bastardierungsversuchen mit Erbsenrassen gelangt war, zuerst und vollkommen bestätigt wurden, war es sicher, daß dieser stille, fast vergessene Forscher in Zukunft eine ganz hervorragende Stelle unter den besten Experimentatoren auf dem Gebiete der Vererbungslehre einnehmen werde.

Was wir von GREGOR MENDEL selbst haben, beschränkt sich auf zwei wenig umfangreiche Arbeiten, die eigentlich grundlegenden „Versuche über Pflanzenhybriden“²⁾ und eine Mitteilung „über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieraciumbastarde“.

Der einzige, der einen Teil der Beobachtungen MENDELS theoretisch verwertete, war CARL NÄGELI. Seit langen Jahren mit dem Studium der Hieracien beschäftigt, hat er wenigstens MENDELS Bastardierungsversuche zwischen Arten dieser Gattung mit großem Interesse verfolgt und unterstützt, während die Teilnahme an den Erbsenbastardierungen, trotz der in Angriff genommenen Fortsetzung (S. 1251), offenbar nie sehr tief gegangen war.

Wenn irgend ein gleichzeitig lebender Biologe, hätte NÄGELI, seiner Veranlagung nach, die Bedeutung der ersten Arbeit MENDELS erkennen können, eher als DARWIN oder etwa HAECKEL. Es war zweifellos der scharfe Gegensatz,

¹⁾ Nachdem ich die ersten biographischen Daten gegeben hatte (Botan. Zeitg. Bd. 58, II. Teil, Sp. 229, 1900, G. A. 3, 19), ist der einfache Lebenslauf MENDELS wiederholt dargestellt worden, so von E. TSCHERMAK in seiner Ausgabe der Arbeiten MENDELS in Ostwalds Klassikern, am ausführlichsten von MENDELS Neffen DR. ALOIS SCHINDLER, I. Stadtarzt in Zuckmantel, Österr.-Schlesien (1902, nicht im Buchhandel).

²⁾ Wie der Inhalt von Brief II zeigt (S. 1241), wurde MENDEL, der 1865 über seine Versuche im Brüner Verein berichtet hatte, erst 1866 aufgefordert, den Bericht drucken zu lassen; die Separata erschienen jedenfalls sogar erst gegen Ende des Jahres. Die Arbeit ist also definitiv 1866 zu datieren.

den NÄGELI zwischen Varietät (Elementarart bei DE VRIES) und Rasse (Varietät bei DE VRIES) machte, und die Ansicht, daß Rassen im Freien nicht konkurrenzfähig seien, welche NÄGELI, dessen Interesse auf das Artbildungsproblem gerichtet war, MENDELS an typischen Rassen angestellte Versuche nicht so einschätzen ließen, wie wir es jetzt tun. Zudem war das, was uns jetzt als das Wichtigste daran erscheint, der Nachweis getrennter und beliebig verschiebbarer Anlagen für die später am Organismus sich zeigenden Merkmale im Keimplasma der Fortpflanzungszellen, trotz einiger ähnlicher Erfahrungen und Ansichten älterer Forscher (SAGERET), noch so vollkommen neu, daß man sich gar nicht darein finden konnte.

Als dann NÄGELI selbst, im Gegensatz zu den die einzelnen Zellen repräsentierenden Anlagen (Pangenen) DARWINs, für die einzelnen Merkmale besondere Anlagen im Idioplasma forderte — eine Ansicht, die dann einige Jahre später auch DE VRIES aufstellte —, war bei ihm offenbar alle Erinnerung an die erste Arbeit MENDELS verschwunden; er hätte sich gewiß diese ausgezeichnete Stütze seiner Annahme sonst nicht entgehen lassen.

Daß in den Arbeiten MENDELS nur ein Teil der Erfahrungen niedergelegt ist, die er bei seinen Bastardierungsversuchen gesammelt hatte, zeigt sich an verschiedenen Stellen. Bald nachdem ich hatte entdecken müssen, daß die bei Erbsen und Mais gefundenen Gesetze nur eine Bestätigung der schon MENDEL bekannten Gesetzmäßigkeiten waren, veranlaßten mich MENDELS eigene Andeutung¹⁾ und die Hinweise, die sich bei NÄGELI finden²⁾, mich an die Familie meines unvergeßlichen Lehrers zu wenden, ob noch Briefe MENDELS an diesen vorhanden wären. Die Nachforschungen blieben jedoch resultatlos, und erst vor etwas mehr als Jahresfrist erhielt ich durch die Freundlichkeit der Familie 10 Briefe, alle, die NÄGELI erhalten hatte.

MENDEL leitete die Korrespondenz am Sylvester 1866 durch einen Brief ein, der den Separatabdruck seiner Arbeit über die Erbsenhybriden begleitete. Der letzte Brief MENDELS, vom Jahre 1873, wurde von NÄGELI beantwortet, und dieser schrieb ein Jahr später nochmals, aber vergeblich. 1872 war das Religionsfondsgesetz gekommen. MENDEL hatte den Kampf für sein Kloster gegen die Regierung aufgenommen; in ihm, den er mit der größten Zähigkeit führte, ging er für die Wissenschaft unter. — Die letzten Versuche waren, wie Brief X zeigt, 1871 angestellt worden; vier Jahre hat er noch als Abt weitergearbeitet.

Die Briefe zeigen, daß das, was MENDEL veröffentlicht hat, in der Tat in gar keinem Verhältnis steht zu dem, was er gearbeitet hat. Allein an den

¹⁾ S. 52 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.

²⁾ NÄGELI und PETER, die Hieracien Mittel-Europas (Piloselloiden) S. 65 (1884), und E. WIDMER, die europäischen Arten der Gattung Primula, mit einer Einleitung von C. v. NÄGELI, S. 4.

Bastarden zwischen verschiedenen farbigen Levkojen - Sippen hat er mindestens 6 Jahre hindurch eifrig untersucht; außerdem experimentierte er, wie die Briefe zeigen, mit *Geum*, *Cirsium*, *Aquilegia*, *Linaria*, *Mirabilis*, *Melandrium*, *Zea*, *Verbascum*, *Antirrhinum*, *Ipomoea*, *Tropaeolum*, *Calceolaria*. Dazu kommen noch, wie wir aus anderen Quellen wissen, *Dianthus Caryophyllus*¹⁾, *Lathyrus*¹⁾ und *Campanula*²⁾. Hätte MENDEL all dies Material veröffentlicht, und zwar in der ausführlicheren Form, die ihm NÄGELI nahe gelegt hatte (S. 1240), es wäre wohl nicht unbeachtet geblieben, sicherlich nicht so lange.

Es trat nun die Frage an mich heran, ob die Briefe veröffentlicht werden sollten. Nach reiflicher Überlegung glaubte ich, sie bejahen zu müssen.

MENDEL hat seine Briefe offenbar sehr sorgfältig überlegt, erst aufgesetzt und dann ins Reine geschrieben. Nur so kann die außerordentlich saubere, bloß ganz vereinzelt minimale Korrekturen aufweisende Schrift zustande gekommen sein. — Die Briefe sind fast ausschließlich Berichte über seine Versuche, etwas Persönliches blickt nur ausnahmsweise hie und da durch. Es konnte nirgends Bedenken erregen.

Das Tatsachenmaterial, das in den Briefen geboten wird, ist recht beträchtlich. Ein Teil ist freilich durch neue, schon veröffentlichte Untersuchungen³⁾ veraltet (Mais- und Levkojenbastarde, Bestäubungsversuche mit *Mirabilis*), ein anderer Teil kann so, wie er vorliegt, nur als Hinweis gelten, wo erneuerte Arbeit erfolgreich einsetzen kann, ein guter Teil der Ergebnisse ist aber auch direkt verwertbar. Ich denke dabei vor allem an die Bemerkungen über seine jetzt besonders aktuellen Hieracienbastarde, die eine sehr wesentliche Vervollständigung seiner kleinen Publikation bieten. Es sei mir erlaubt, am Schluß in einem Zusatz (S. 1281) hierauf näher einzugehen. Auch in theoretischer Hinsicht sind manche Ausführungen MENDELS interessant, so seine Verteidigung gegen die Einwendungen NÄGELIS im II. Briefe, ferner die im IX. Briefe aufgeworfene Frage, ob auch bei der Vererbung des Geschlechtsverhältnisses der Typus der Erbsenbastarde zur Geltung komme.⁴⁾

All' das sind aber Dinge, welche die neueren Untersuchungen und Diskussionen auch zu Tage gefördert haben oder doch hätten zu Tage fördern können, wenn schon mit Zeit- und Arbeitsverlust. Das wichtigste scheint mir

¹⁾ G. MENDEL, Versuche über Pflanzenhybriden, S. 9 und 37 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.

²⁾ E. TSCHERMAK, in den Anmerkungen seiner Ausgabe in Ostwalds Klassikern, S. 55.

³⁾ Die Entdeckung, daß gerade ich am meisten mit den gleichen Objekten gearbeitet habe, wie MENDEL, konnte mir nur ein weiterer Grund für die Veröffentlichung der Briefe sein, nachdem sie einmal in meine Hände gelangt waren.

⁴⁾ Auch hierzu findet sich S. 1285 ein Zusatz.

zu sein, daß uns die Briefe das Bild MENDELS, seine originelle Veranlagung und seinen Vorstellungskreis, noch schärfer hervortreten lassen als seine Publikationen, und das kann bei seinem einschneidenden Wirken auf einem so wichtigen Gebiet, wie es die Vererbungslehre ist, gewiß nur erwünscht sein.

Ich hielt es für besser, keine Auswahl zu treffen, sondern alle Briefe so zu geben, wie sie vorliegen. Bei dem geringen Umfang, den die Veröffentlichung auch so erreicht, wollte ich mich nicht dem Vorwurfe aussetzen, etwa gerade das weggelassen zu haben, was einen anderen besonders interessiert hätte. Die Orthographie¹⁾ und Interpunktion der Originale ist, abgesehen von einigen wenigen augenfälligen Versehen, genau beibehalten worden; um möglichst allen Wünschen gerecht zu werden, habe ich den Schluß des VII. Briefes als Schriftprobe beigegeben.

*Justum est quod de hac occasione scribitur, ut
 istud, quod scriptum est, non solum
 per se, sed etiam per se, non solum
 et in se, sed etiam per se, non solum
 et in se, sed etiam per se, non solum*

Gregor Mendel

Brinn 15. April 569

Schluß des VII. Briefes als Probe von MENDELS Schrift.

NÄGELI hat das, was er MENDEL antwortete, in einzelnen Stichworten notiert. Sie genügen, den Zusammenhang zwischen den Briefen herzustellen.

Eine Anzahl Bemerkungen, die NÄGELI auf die Briefe mit Bleistift geschrieben, habe ich in den Text oder unter den Text als Anmerkungen aufgenommen und mit (N.) gezeichnet; einige eigene Bemerkungen sind, soweit sie nicht als Anmerkungen unter dem Text stehen, mit (C.) bezeichnet. Von jedem Brief habe ich eine kurze Inhaltsangabe gemacht. Diese Angaben sind am Schluß als Inhaltsverzeichnis zusammengestellt. Sie, das Verzeichnis der Hieracienbastarde MENDELS (S. 1291—1293) und das alphabetische Ver-

¹⁾ Beim Abschreiben war statt ß stets ss gesetzt worden, was ich nachträglich nicht mehr ändern wollte.

zeichnis der Pflanzennamen (S. 1294—1295) sollen das Auffinden der Einzelheiten ermöglichen, die bei der Briefform ja besonders schwer zu finden sind. In der Benennung der Hieracien bin ich der Monographie von NÄGELI und PETER¹⁾ gefolgt (im folgenden kurz „Monographie“ zitiert), sowie einer Arbeit PETERS.²⁾ Die Mutter steht bei den Bastarden stets voran, wie das schon bei MENDEL der Fall ist (während bei PETER der Vater voransteht). $A + B$ heißt also: A bestäubt mit dem Pollen von B .

I.

Anknüpfung. — Reihenbildung der Nachkommenschaft der Erbsenhybriden. Vergleich mit GÄRTNERS Angaben. — Neue Bastardierungsversuche mit *Hieracium*, *Cirsium* und *Geum*. Bitte um Unterstützung bei den Versuchen mit den ersten zwei Gattungen.

Hochgeehrter Herr!

Die anerkannten Verdienste, welche Ew. Wohlgeboren um die Bestimmung und Einreihung wild wachsender Pflanzenbastarde erworben haben³⁾, machen es mir zur angenehmen Pflicht, die Beschreibung einiger Versuche über künstliche Befruchtung zur gütigen Kenntnissnahme vorzulegen.

Die Versuche wurden mit verschiedenen Formen von *Pisum* angestellt und führten zu dem Resultate, dass die Nachkommen der Hybriden ganz eigenthümliche Reihen bilden, deren Glieder sich gleichmässig zu den beiden Stammarten hinneigen. Das Vorkommen constanter Zwischenformen, das ich bei jedem Versuche bestätigt fand, scheint eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen. In den Entwicklungsreihen für zwei- und dreierlei differirende Merkmale, welche in die Abhandlung aufgenommen sind (pag. 21 u. 22⁴⁾), wurden die Bezeichnungen für die constanten Formen vorangestellt, da die Glieder nach den Coefficienten geordnet sind; sie erhalten jedoch eine richtigere

¹⁾ C. v. NÄGELI und A. PETER, Die Hieracien Mittel-Europas. Monographische Bearbeitung der Piloselloiden etc. 1885.

²⁾ A. PETER. Über spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung *Hieracium* Sect. Piloselloidea. Englers botan. Jahrb. Bd. V, Heft 2, 3, 5, Bd. VI, Heft 2. 1884.

³⁾ C. NÄGELI, Die Cirsien der Schweiz. 1840. 4. 7 Taf. (Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturwissensch.); Über einige Arten der Gattung *Hieracium* (Zeitschr. f. wissensch. Botanik von SCHLEIDEN u. NÄGELI, 1845, Heft II.); Dispositio specierum generis *Cirsii* (KOCHS Synopsis florae germanicae et helveticae, Ed. II, Bd. III p. 987—1012, 1845). Daß MENDEL die späteren einschlägigen S. 1241 aufgeführten Schriften NÄGELIS damals schon kannte, ist nach dem Wortlaut dieser Stelle und der Zeit des Erscheinens (die erste wurde 1865, 18. Nov. in der k. bayer. Akademie besprochen) wenig wahrscheinlich.

⁴⁾ S. 20 u. 21 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern. — Durch Anbringen der Seitenzahlen der Originalabhandlung resp. des Separatabdruckes am Rande wäre diese Neuausgabe bequemer vergleichbar geworden.

Stellung, wenn die Glieder nach ihrer natürlichen Verwandtschaft zu den beiden Stammarten geordnet werden, wobei jenes Glied, welches in sämtlichen Merkmalen Hybrid ist und zugleich den höchsten Coefficienten besitzt, genau in die Mitte zu stehen kommt.

Die Resultate, zu denen GÄRTNER¹⁾ bei seinen Versuchen gelangt ist, sind mir bekannt, ich habe sein Werk wiederholt und genau durchgesehen, um wo möglich eine Übereinstimmung mit dem für meine Versuchspflanze gefundenen Entwicklungsgesetze nachzuweisen. Allein so viel ich mir auch Mühe gab, konnte ich doch in keinem einzigen Falle eine klare Einsicht erhalten. Es ist sehr zu bedauern, dass dieser verdienstvolle Mann nicht auch eine eingehende Beschreibung seiner einzelnen Versuche veröffentlicht und eine ausreichende Diagnose für die verschiedenen Bastardformen aufgenommen hat, namentlich für jene, die aus gleicher Befruchtung stammen. Angaben, wie: „einige Individuen waren dem mütterlichen, andere dem väterlichen Typus näher gerückt“, oder „die Nachkömmlinge waren mehr zum Typus der Stamm-mutter zurückgekehrt“ u. s. w. sind zu allgemein gehalten, zu unbestimmt, als dass sich daraus ein sicheres Urtheil ableiten liesse. Indessen kann man doch in den meisten Fällen wenigstens so viel erkennen, dass die Möglichkeit einer Übereinstimmung mit *Pisum* nicht ausgeschlossen ist. Eine Entscheidung lässt sich wohl nur von Versuchen erwarten, bei denen der Grad der Verwandtschaft zwischen den Hybridformen und ihren Stammarten diagnostisch begründet, und nicht bloß nach dem Gesamteindrucke abgeschätzt wird.

Um die Übereinstimmung mit *Pisum* zu erproben, dürfte in allen Fällen die Untersuchung der Formen hinreichen, welche in der ersten Generation²⁾ erscheinen. Lassen sich für je zwei differirende Merkmale dieselben Verhältniszahlen und einfachen Entwicklungsreihen nachweisen, wie bei *Pisum*, dann wäre die Sache entschieden. Auch die Absperrung während der Blüthezeit wird in den meisten Fällen keine Schwierigkeiten haben, da es sich nur um einzelne Pflanzen handelt, um jene, deren Blüthen befruchtet werden und um einige Hybriden, welche zur Samenbildung bestimmt sind. Aus dem Freien entnommene Bastarde können, so lange ihre Abstammung nicht eine ganz zweifellose ist, doch nur in zweiter Linie Verwendung finden.

Für weitere Versuche wurden *Hieracium*, *Cirsium* und *Geum* gewählt. Bei den beiden ersten ist die Manipulation bei der künstlichen Befruchtung

¹⁾ F. v. GÄRTNER, Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Stuttgart 1849. Das obenstehende Urtheil MENDELS über den fleißigen Forscher ist berechtigt; wie schon FOCKE mit Recht hervorgehoben hat, ist sein Buch überhaupt nur mit großer Kritik benützlich. Das wird noch in jüngster Zeit ganz außer Acht gelassen.

²⁾ Hier — wie in den Versuchen über Pflanzenhybriden — versteht MENDEL unter der ersten Generation des Bastardes dessen Nachkommen, dem älteren Gebrauch folgend, während in den neueren Arbeiten diese als die zweite Generation bezeichnet zu werden pflegen, und die der Bastardbefruchtung direkt entspringenden Individuen die erste Generation bilden.

wegen der Kleinheit und dem eigenthümlichen Baue der Blüten sehr schwierig und unsicher. Im verflorbenen Sommer habe ich es versucht, *H. Pilosella* mit *pratense*, *praealtum* und *Auricula* zu verbinden, ebenso *H. murorum* mit *umbellatum* und *pratense*, und auch keimfähige Samen erhalten; allein ich befürchte, dass bei aller Vorsicht dennoch eine Selbstbefruchtung stattgefunden hat. Das Aussehen der jungen Pflanzen lässt kaum auf den gewünschten Erfolg schliessen. Die *Hieracium*-Arten lassen sich sehr leicht in Töpfen ziehen und setzen reichlich Samen an, wenn sie auch während des Blühens in einem Zimmer oder Glashause abgesperrt waren.

Von *Cirsium* wurde das zweihäusig blühende *arvense* mit *oleraceum* und *canum* befruchtet. Die Blüten waren durch Hüllen aus Florstoff gegen den Besuch der Insekten geschützt, welcher Schutz für Cirsien überhaupt hinreichend zu sein scheint. Ferner wurde die Befruchtung des *C. canum* und *C. lanceolatum* mit *C. oleraceum* durch die blosser Uebertragung des Pollens versucht, ohne dass die Antheren aus den Blüten der ersteren entfernt waren.¹⁾ Was durch die Insekten im Freien möglich wird, das muss sich am Ende auch durch die Hand des Menschen erzielen lassen und es dürfte unter einer grossen Anzahl von Sämlingen doch eine oder die andere Hybride erhalten werden. Dasselbe Verfahren will ich im nächsten Sommer auch bei *Hieracium* anwenden.

Eine größere Aufmerksamkeit ist auch dem Bastarde *Geum urbanum*+*rivale*²⁾ zugebracht. Diese Pflanze gehört nach GÄRTNER zu den wenigen bisher bekannten Hybriden, welche in ihren Nachkommen unverändert bleiben, wenn die Befruchtung durch den eigenen Pollen geschieht. Es scheint mit übrigens nicht ganz sicher zu sein, ob die von GÄRTNER erhaltene Hybride wirklich das *G. intermedium* Ehrh. war. GÄRTNER nennt seine Pflanze einen Mittel-Typus, als welchen man *G. intermedium* doch nicht in allen Stücken bezeichnen kann. Bei der Umwandlung des *G. urbanum* in *rivale* bemerkt GÄRTNER ausdrücklich, dass durch die Befruchtung der Hybride mit dem Pollen von *rivale* lauter gleiche dem väterlichen Typus entschieden näher gerückte Individuen erhalten wurden. Wir erfahren jedoch nicht, worin diese Annäherung bestand, bis zu welchem Grade durch jede einzelne von den aufeinanderfolgenden Befruchtungen die Charaktere des *G. urbanum* verdrängt wurden, bis endlich der reine Typus des *rivale* hervortrat. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass

¹⁾ Von diesen Bastarden ist *C. arvense* + *C. oleraceum* (zuerst von NÄGELI) wildwachsend gefunden worden, ebenso *C. canum* + *C. oleraceum* und *C. lanceolatum* + *C. oleraceum*, während *C. arvense* + *C. canum* wildwachsend meines Wissens noch nicht gefunden wurde.

²⁾ Die Literatur über diesen Bastard ist bei ROZE (Bull. Soc. Bot. d. France, Tome XLIII p. 273—279, 1896) zusammengestellt. DE VRIES (Die Mutationstheorie, Bd. II, S. 83) will seine Nachkommenschaft an ROZE'schem Material weiter verfolgen; auch ich habe seine Untersuchung begonnen.

die successive Umbildung nach einem bestimmten Gesetze erfolgt, welches, falls es gelingen sollte, dasselbe aufzufinden, auch Aufschlüsse über das Verhalten anderer Hybriden dieser Art geben könnte. Ich hoffe den aus künstlicher Befruchtung erhaltenen Bastard im kommenden Sommer zur Blüthe zu bringen.

Vielleicht ist die Vermuthung nicht ganz unbegründet, dass manche *Hieracium*-Arten in hybrider Verbindung ein ähnliches Verhalten wie *Geum* beobachten. So ist es z. B. sehr auffallend, dass die gabelige Stengeltheilung, die unter den *Pilosellen* doch nur als Zwischenbildung aufgefasst werden kann, auch als vollkommen constantes Merkmal auftritt, wie ich im letzten Sommer an den Sämlingen von *H. stoloniflorum* W. K. beobachten konnte.

Durch die projectirten Versuche mit *Cirsium*- und *Hieracium*-Arten betrete ich ein Gebiet, auf welchem Ew. Wohlgeboren die ausgedehnteste Kenntnis besitzen, wie sie nur durch jahrelangen Eifer, durch Beobachtung und Vergleichung der so mannigfaltigen Formen dieser Gattungen auf ihren Standorten selbst erworben werden kann. Mir fehlt diese Erfahrung grossen Theils; durch anstrengenden Schuldienst bin ich gehindert, öfter ins Freie zu kommen, und während der Ferienzeit ist es für vieles schon zu spät. Ich besorge, dass ich im Verlaufe der Versuche, namentlich bei *Hieracium*, auf manche Schwierigkeit stossen könne, deshalb wende ich mich vertrauensvoll an Ew. Wohlgeboren mit der Bitte, mir Ihre hochgeschätzte Theilnahme nicht zu versagen, wenn ich in irgend einem Falle des Rathes bedürftig bin.

Mit der grössten Hochachtung und Verehrung für Ew. Wohlgeboren
zeichnet sich

GREGOR MENDEL
Stifts-Capitular und Lehrer
an der Ober-Realschule.

Brünn am 31. December 866

NÄGELI hat hierauf am 24. Februar 1867 geantwortet und Nr. 18—29 seiner Mittheilungen beigelegt. MENDEL'S übersandte Arbeit sei wohl nur der Vorläufer einer ausführlicheren mit allen Details der Versuche¹⁾. Die Formeln wären wohl nur empirische (nicht rationelle), und die konstanten Formen noch weiter zu prüfen. Er erklärte sich bereit, Versuche mit seinen Erbsensamen zu machen und empfiehlt bestimmte (S. 1248 genannte) *Hieracium*-Arten. Die Anrede war: Verehrtester Herr College.

MENDEL antwortete am 18. April 1867:

¹⁾ Dies hat gewiß einige Berechtigung! Ein Stammbaum der Nachkommenschaft auch nur einer Hybriden, etwa in der Form, die ich in meiner ersten Mitteilung gewählt habe (G. MENDEL'S Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, S. 162, 1900, G. A. 2, 9), hätte bei Fernerstehenden gewiß gut gewirkt.

II.

Vorgeschichte der Publikation der Abhandlung über die Erbsenhybriden. — Antwort auf NÄGELIS Einwurf hinsichtlich der dauernden Konstanz der aus den Bastarden isolierten konstanten Sippen. Ein Versuch im großen. Antwort auf die Frage nach der Natur der Formeln. — Übersendung von Erbsensamen für Kontrollversuche und Vorschlag zu einem solchen Versuch. — Vorhandenes Material für die Versuche mit Hieracien; Bericht über Versuche mit *Geum*, *Cirsium*, *Aquilegia*, *Linaria*, *Calceolaria*, *Zea*, *Ipomoea*, *Matthiola annua*, *Antirrhinum majus*, *Tropaeolum majus + minus*. Pläne für den kommenden Sommer (*Veronica*, *Viola*, *Potentilla*, *Carex*).

Hochgeehrter Herr!

Meinen herzlichen Dank für die freundlichst zugesendeten Druckwerke! Vor allem sind es die Abhandlungen „die Bastardbildung im Pflanzenreiche“, „über die abgeleiteten Pflanzenbastarde“, „die Theorie der Bastardbildung“¹⁾, „die Zwischenformen zwischen den Pflanzenarten“, „die systematische Behandlung der Hieracien rücksichtlich der Mittelformen und des Umfanges der Species“, welche meine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Eine gründliche Bearbeitung der Bastardlehre nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft konnte mir nur in hohem Grade willkommen sein. Nochmals meinen Dank!

Bezüglich des Aufsatzes, den Ew. Wohlgeboren anzunehmen die Güte hatten, glaube ich noch Nachfolgendes mittheilen zu müssen. Die in demselben besprochenen Versuche wurden vom Jahre 1856²⁾ bis 1863 durchgeführt. Es war mir nicht unbekannt, dass das erhaltene Resultat mit dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht leicht in Einklang zu bringen sei, und dass bei diesem Umstande die Veröffentlichung eines vereinzelt stehenden Experimentes doppelt gefährlich werden könne, für den Experimentirenden sowohl, als auch für die Sache, die er vertritt. Vor allem war daher mein Bestreben dahin gerichtet, die bei *Pisum* gemachten Erfahrungen durch Versuche mit anderen Pflanzen zu prüfen. Bei einer grösseren Anzahl Befruchtungen, welche 863 und 64 vorgenommen wurden, überzeugte ich mich, dass es nicht leicht gelinge, Pflanzen aufzufinden, welche für eine umfassende Versuchsreihe geeignet wären, und dass im ungünstigen Falle Jahre vergehen können, ohne den gewünschten Aufschluss zu erhalten. Ich war nun bemüht, Controlversuche

¹⁾ Durch diese drei Arbeiten wurde, wie W. O. FOCKE richtig hervorhebt (Pflanzenmischlinge, S. 443), „zum erstenmal die Lehre von der Hybridität im Pflanzenreich vollkommen vorurteilsfrei und im Zusammenhang dargestellt“; vor allem hat NÄGELI, so gut es ging, aus GÄRTNERS Beobachtungen allgemeine Schlüsse abgeleitet. Diese Darstellung ist dann bis in die Neuzeit maßgebend geblieben. Von den drei Arbeiten wurde die erste am 15. Dez. 1865, die beiden folgenden am 13. Jan. 1866 in der K. b. Akademie der Wissenschaften zu München vorgetragen.

²⁾ Bisher wurde 1858 als das Anfangsjahr der hybridologischen Studien MENDELS angegeben (E. TSCHERMAK in Ostwalds Klassikern, No. 121 S. 55.)

zu veranlassen, und besprach deshalb in den Versammlungen des hierortigen naturforschenden Vereines die Versuche mit *Pisum*. Ich begegnete, wie es nicht anders zu erwarten war, sehr getheilten Ansichten, eine Wiederholung der Versuche aber wurde, soweit es mir bekannt ist, von Niemanden unternommen. Als ich im verflossenen Jahre¹⁾ aufgefordert wurde, den Vortrag in den Vereinsschriften veröffentlichen zu lassen, gab ich die Einwilligung dazu, nachdem ich nochmals die Aufzeichnungen aus den verschiedenen Versuchsjahren durchgesehen hatte, ohne eine Fehlerquelle entdecken zu können. Die überreichte Abhandlung ist der ungeänderte Abdruck des Conceptes für den erwähnten Vortrag; daher die Kürze in der Darstellung, wie sie für Vereinsvorträge überhaupt geboten ist.

Es kam mir nicht unerwartet, dass Ew. Wohlgeboren von meinen Versuchen mit misstrauender Vorsicht sprechen; ich würde es in einem ähnlichen Falle nicht anders thun. Zwei Stellen in Ihrem geehrten Schreiben scheinen mir zu wichtig zu sein, als dass ich sie unerwähnt lassen könnte. Die erste enthält die Frage, ob man schon auf ein Constantgewordensein schliessen dürfe, wenn der Bastard *Aa* eine Pflanze *A* erzeugt und diese wieder nur *A* hervorbringt.

Darauf erlaube ich mir zu bemerken, dass ich als Empiriker, unter Constantbleiben nichts anderes verstehen konnte, als das Beibehalten der Charaktere während der Beobachtungszeit. Meine Angaben, dass unter den Nachkommen der Hybriden ein Theil constant bleibt, können sich daher nur auf jene Generationen erstrecken, für welche Beobachtungen vorliegen, und nicht darüber hinaus. Durch zwei Generationen wurden sämtliche Versuche mit einer grösseren Anzahl Pflanzen durchgeführt. Von der dritten Generation angefangen musste die Anzahl wegen Mangel an Raum beschränkt werden, so zwar, dass für jeden von den sieben Versuchen nur einzelne von jenen Pflanzen, welche in der zweiten Generation constant blieben, und von jenen, welche variierten, weiter beobachtet wurden. Die Beobachtung erstreckte sich (pag. 17)²⁾ auf 4 bis 6 Generationen. Von den constanten Varietäten der beiden Versuche pag. 19—21³⁾ wurden einzelne Pflanzen bis in die vierte Generation beobachtet. Ferner kann ich den Fall nicht unerwähnt lassen, dass eine Varietät, deren Stammeltern in 4 Merkmalen verschieden waren, durch 6 Generationen nicht variierte. Es wurde nämlich im Jahre 859 aus der ersten⁴⁾ Generation einer Hybride ein sehr fruchtbarer Abkömmling mit grossen wohlschmeckenden Samen erhalten. Da die Nachkommen desselben im folgenden Jahre die guten Eigenschaften beibehielten und sich auch sonst gleichblieben, wurde diese

1) 1866.

2) S. 16 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.

3) S. 18—21 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.

4) Der zweiten nach heutigem Sprachgebrauch.

Varietät im Gemüsegarten angebaut und bis inclus. $\overline{865}$ jährlich in vielen Exemplaren cultivirt. Die Stammpflanzen waren *bcDg* und *BCdG*.

<i>B</i> Albumen ¹⁾ gelb	<i>b</i> . A. grün
<i>C</i> Samenschale graubraun	<i>c</i> . S. weiss
<i>D</i> Hülse gewölbt	<i>d</i> . H. eingeschnürt
<i>G</i> Axe lang	<i>g</i> . A. kurz

Der genannte Abkömmling war: *BcDG*.

Die Färbung des Albumens¹⁾ konnte nur an den für Samengewinnung bestimmten Pflanzen untersucht werden, da die Hülsen der übrigen noch unreif abgenommen wurden. An diesen Pflanzen kam die grüne Färbung des Albumens niemals vor, eben so wenig wurde jemals die violettrothe Blütenfarbe (ein Zeichen für die braune Samenschale), die Einschnürung an den Hülsen, oder die kurze Axe beobachtet.

So weit reicht meine Erfahrung. Ob sich daraus schon Schlüsse auf ein Constantgewordensein ziehen lassen, darüber kann ich ein absprechendes²⁾ Urtheil nicht fällen, gestehe jedoch, dass ich geneigt bin, bei *Pisum* die Trennung der Stamm-Merkmale, wo sie unter den Nachkommen der Hybriden erfolgt, für eine vollständige und deshalb auch nachhaltige anzusehen. Die Abkömmlinge der Hybriden tragen ausschliesslich eines von den beiden Stamm-Merkmalen oder die Hybridform derselben an sich; stufenweise Uebergänge zu den Stamm-Merkmalen oder eine successive Annäherung an dieselben habe ich nicht beobachtet. Der Entwicklungsgang besteht einfach darin, dass in jeder Generation unmittelbar aus der Hybridform die beiden Stamm-Merkmale getrennt und ungeändert hervorgehen, und nichts verräth an ihnen, dass eines von dem anderen etwas geerbt oder mitgenommen hätte. Um nur einen Fall anzuführen, erlaube ich mir auf die übersendeten Paquete mit den Nummern 1035—1088 hinzuweisen.³⁾ Die Samen stammen sämmtlich aus der ersten Generation einer Hybride, in welcher die braune und weisse Samenschale vereinigt waren. Aus den gleichfalls braunen Samen dieser Hybride gingen Pflanzen hervor, von denen ein Theil ausschliesslich die weisse Färbung der Samenschale brachte, welche keine Beimengung von Braun besitzt und, wie ich erwarte, dieselbe Constanz bewahren wird, wie sie dem gleichen Merkmale der Stammpflanze zukommt.

Die zweite Stelle, an die ich eine kurze Bemerkung anknüpfen will, enthält die Worte: „Die Formeln dürften Sie wohl ebenfalls für empirische halten, da dieselben als rationelle nicht zu erweisen wären“.

Meine Versuche über die einzelnen Merkmale führten alle zu dem einen Resultate, dass aus den Samen der Hybride Pflanzen hervorgehen, von denen die eine Hälfte wieder das hybride Merkmal (*Aa*) besitzt, die andere aber die

¹⁾ Kotyledonen.

²⁾ Abschließendes?

³⁾ Vgl. S. 1244 u. f. und 1251.

beiden Stamm-Merkmale (A und a) zu gleichen Theilen erhält. Im Durchschnitte besitzen daher unter je 4 Pflanzen zwei das hybride Merkmal Aa , eine den Stammcharakter A und die andere a . Demnach ist $2Aa + A + a$ oder $A + 2Aa + a$ die empirische einfache Entwicklungsreihe für je zwei differirende Merkmale. Eben so wurde auf empirischem Wege nachgewiesen, dass wenn zwei- oder dreierlei differirende Merkmale in der Hybride vereinigt sind, die Entwicklungsreihe aus zwei oder drei einfachen Reihen combinirt erscheint. Bisher glaube ich kann mich nicht der Vorwurf treffen, dass ich den Boden des Experimentes irgendwo verlassen hätte. Wenn ich endlich die Combinirung der einfachen Entwicklungsreihen auf jede Anzahl von Differenzen zwischen den beiden Stammpflanzen ausdehnte, habe ich damit allerdings den rationellen Weg betreten; ich erhalte das jedoch für erlaubt, weil ich in den vorausgegangenen Experimenten den Beweis finde, dass die Entwicklung hinsichtlich je zweier differirender Merkmale unabhängig von den übrigen Differenzen erfolgt.¹⁾ — Was schließlich die Angaben über die Verschiedenheit der von den Hybriden gebildeten Keimbläschen und Pollenzellen betrifft, so stützen sich dieselben gleichfalls auf Versuche. Diese und ähnliche Versuche über die Befruchtungszellen scheinen mir wichtig zu sein, weil ich in dem Resultate derselben die Erklärung für die beobachtete Entwicklung der Hybriden von *Pisum* zu finden glaube. Diese Versuche würden vor allen anderen Controlirung durch Wiederholung verdienen.

Ich muß es wahrhaft bedauern, dass ich nicht in der Lage bin, Ew. Wohlgeboren von den gewünschten Varietäten senden zu können. Schon früher habe ich erwähnt, dass die beschriebenen Versuche bis inclus. 863 angestellt wurden; mit diesem Jahre wurden sie auch abgeschlossen, um Raum und Zeit für die Cultur anderer Versuchspflanzen zu gewinnen. Von diesen Versuchen sind Samen nicht mehr vorrätig. Nur ein Experiment über den Unterschied in der Blütezeit wurde noch weiter geführt und von diesem sind aus der 864 ger Ernte noch Samen vorhanden. Es sind die letzten, die ich eingesammelt habe, da der erwähnte Versuch im folgenden Jahre wegen argen Verwüstungen durch den Erbsenkäfer *Bruchus pisi* aufgegeben werden mußte.²⁾ Dieses Insekt, welches sich in den früheren Versuchsjahren immer nur vereinzelt auf den Pflanzen gezeigt hatte, richtete schon im Jahre 864 nicht unbedeutenden Schaden an, und im folgenden Sommer erschien es in solcher Menge, dass kaum der 4te bis 5te Theil der Samen verschont blieb. In der Umgebung von Brünn

¹⁾ Ich weiß nicht, ob MENDEL hier das, was NÄGELI unter empirischer und rationeller Formel meinte, ganz verstanden hat.

²⁾ MENDEL gibt leider weder hier noch an anderer Stelle Auskunft über das Verhalten dieses 8. Merkmales. Nach den Beobachtungen von E. TSCHERMAK (Über die gesetzliche Gestaltungsweise der Mischlinge, Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich, 1902, S. 37) haben die Bastarde eine intermediäre Blütenzeit, das Merkmalspaar spaltet aber. Eigene, unveröffentlichte Notizen aus der zweiten Hälfte der 90er Jahre lassen dies auch erkennen.

musste der Erbsenbau in den letzten Jahren ganz aufgelassen werden. Die noch vorhandenen Samen enthalten manches Brauchbare, namentlich befinden sich darunter einige Varietäten, von denen ich voraussetze, dass sie nicht variiren werden; sie stammen von Hybriden ab, in welchen 2, 3 u. 4 Differenzen verschmolzen waren. Die Samen stammen sämmtlich von Gliedern der ersten Generation¹⁾, demnach von Pflanzen, welche unmittelbar aus den Samen der ursprünglichen Hybriden hervorgegangen waren.

Wenn der von Ew. Wohlgeboren gestellte Antrag nicht so sehr meinen Wünschen entspräche, müsste ich wohl Bedenken tragen, diese Samen für Versuche zu übersenden. Ich fürchte, dass sie theilweise die Keimfähigkeit verloren haben, auch stammen sie aus einer Zeit, in welcher *Bruchus pisi* schon überhand genommen hatte, welchen Käfer ich von der Pollenverschleppung nicht frei sprechen möchte; endlich muss ich nochmals des Umstandes erwähnen, dass die Pflanzen für eine Untersuchung über den Unterschied in der Blüthezeit bestimmt waren. Die übrigen Differenzen wurden beim Einsammeln der Samen wohl auch berücksichtigt, doch geschah das vielleicht weniger ängstlich, als es für den Hauptversuch geschehen mußte. Die Bezeichnung, welche ich den Paquetnummern auf einem besonderen Blatte beigegeben habe, ist eine Abschrift jener Notiz, die ich beim Einsammeln für jede einzelne Pflanze mit Bleistift auf dem Papierumschlage angesetzt hatte. Die dominirenden Merkmale sind mit *A, B, C, D, E, F, G* bezeichnet und bezüglich der doppelten Bedeutung derselben erlaube ich mir auf pag. 15 (anfangs)²⁾ hinzuweisen. Die recessiven Merkmale haben die Bezeichnung: *a, b, c, d, e, f, g*; diese sollen in den nächsten Generationen beständig bleiben, daher auch von jenen Samen, welche von Pflanzen mit ausschliesslich recessiven Merkmalen stammen, durchaus gleiche Pflanzen zu erwarten sind (gleich nämlich in Bezug auf die in Betracht kommenden Merkmale).

Zur Orientierung über eine möglicherweise vorgekommene Irrung in den Bezeichnungen bitte ich freundlichst, die Nummern der Samen-Paquete zu berücksichtigen, da dieselben mit denen meines Verzeichnisses übereinstimmen. — Jedes Paquet enthält nur Samen von einer Pflanze.

Einige von den vorhandenen Varietäten sind zu Versuchen über die Befruchtungszellen geeignet, deren Resultat noch im heurigen Sommer ersichtlich würde. Zu empfehlen wären dafür einerseits die rundlichen gelben Samen aus den Paqueten 715. 730. 736. 741. 742. 745. 756. 757, und andererseits die kantigen grünen Samen der Paquete 712. 719. 734. 737. 749. 750. Durch wiederholte Versuche fand ich es bestätigt, dass wenn grünsamige Pflanzen durch gelbsamige befruchtet werden, das Albumen³⁾ der befruchteten

1) Vergl. S. 1238, Anm. 2.

2) S. 14 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern, in der Mitte der Seite.

3) Die Cotyledonen.

Samen die grüne Färbung verliert und die gelbe annimmt. Aehnlich verhält es sich mit der Gestalt der Samen. Werden Pflanzen mit kantigen Samen durch andere mit runden oder rundlichen Samen befruchtet, so erhalten die befruchteten Samen stets die runde oder rundliche Gestalt. Aus den Umänderungen, welche die Farbe und Gestalt der Samen durch die Befruchtung mit fremdem Pollen erleiden, kann man demnach auf die Beschaffenheit des befruchtenden Pollens schließen.

Es bezeichne B die gelbe Färbung b die grüne F. des Albumens
 A die runde Gestalt a die kantige G. der Samen.

Werden die Blüthen solcher Pflanzen, deren Samen bei Selbstbefruchtung grün und kantig sind, mit fremdem Pollen befruchtet und bleiben die Samen grün und kantig, so war die Pollen gebende Pflanze in den beiden Merkmalen gleichartig

	$a b$
Aendert sich die Gestalt der Samen, so stammt der Pollen von	$A b$
„ „ „ Farbe „ „ „ „ „ „ „ „	$a B$
„ „ Gestalt und Farbe „ „ „ „ „ „ „ „	$A B$

Die früher aufgezählten Paqueten enthalten die von der Hybride $a b + A B$ gebildeten runden und gelben, runden und grünen, kantigen und gelben, kantigen und grünen Samen. Für das Experiment würden sich die rundlichen und gelben Samen am besten eignen. Unter diesen können (Versuch pag. 19¹) die Varietäten $A B$, $A B b$, $A a b$, $A a B b$ enthalten sein; daher sind 4 Fälle möglich, wenn Pflanzen, welche aus kantigen grünen Samen stammen, mit dem Pollen jener befruchtet werden, welche aus den bezeichneten rundlichen und gelben Samen hervorgehen, nämlich:

- I. $a b + A B$
- II. $a b + A B b$
- III. $a b + A a B$
- IV. $a b + A a B b$

Ist der aufgestellte Satz richtig, dass die Hybriden so vielerlei Pollenzellen bilden, als constante Combinationsformen möglich sind, so erzeugen

die Pflanzen $A B$ Pollen von der Beschaffenheit	$A B$
„ „ $A B b$ „ „ „ „	$A B$ und $A b$
„ „ $A a B$ „ „ „ „	$A B$ und $a B$
„ „ $A a B b$ „ „ „ „	$A B$, $A b$, $a B$ und $a b$

Es werden demnach befruchtet:

- I. Die Keimbläschen $a b$ mit dem Pollen $A B$
- II. „ „ $a b$ „ „ „ „ $A B$ u. $A b$
- III. „ „ $a b$ „ „ „ „ $A B$ u. $a B$
- IV. „ „ $a b$ „ „ „ „ $A B$, $A b$, $a B$ u. $a b$.

¹) S. 18 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.

Aus diesen Befruchtungen sind folgende Varietäten möglich:

- I. $A a B b$
- II. $A a B b$ u. $A a b$
- III. $A a B b$ u. $a B b$
- IV. $A a B b$, $A a b$, $a B b$ u. $a b$.

Wenn die verschiedenen Pollenarten in gleicher Anzahl gebildet werden, so müssen demnach

- I. alle Samen rund und gelb erscheinen
- II. zur Hälfte rund und gelb
zur Hälfte rund und grün
- III. zur Hälfte rund und gelb
zur Hälfte kantig und gelb
- IV. zum vierten Theile rund und gelb
„ „ rund und grün
„ „ kantig und gelb
„ „ kantig und grün.

Da ferner zwischen AB , ABb , AaB , $AaBb$ der Anzahl nach die Verhältnisse $1 : 2 : 2 : 4$ statt finden, so ist durchschnittlich unter je 9 Pflanzen, welche aus den rundlichen gelben Samen hervorgehen, $AaBb$ 4 mal, ABb und AaB je 2 mal und AB einmal enthalten und es wird daher der IVte Fall 4 mal so oft als der Ite und doppelt so oft als der IIte und IIIte eintreten.

Würden umgekehrt Pflanzen, welche aus den genannten rundlichen und gelben Samen stammen, durch jene aus kantigen und grünen befruchtet, so müsste der Erfolg genau derselbe bleiben, vorausgesetzt dass auch die Keimbläschen von derselben Beschaffenheit und in denselben Verhältnissen gebildet werden, wie es für den Pollen angegeben wurde.

Diesen Versuch habe ich selbst nicht durchgeführt, glaube jedoch aus dem Erfolge bei anderen ähnlichen Versuchen mit Sicherheit auf das angedeutete Resultat rechnen zu dürfen.

In gleicher Weise liessen sich für jedes der beiden Samen-Merkmale abgeordnete Versuche anstellen, wozu alle runden Samen, die zugleich mit kantigen, und alle gelben, die zugleich mit grünen an einer Pflanze gebildet wurden, geeignet wären. Würden z. B. die grünsamigen Pflanzen durch die gelbsamigen befruchtet, so müssten die erhaltenen Samen entweder 1.) alle gelb, oder 2.) zur Hälfte gelb und zur Hälfte grün gefärbt erscheinen, da die aus den gelben Samen hervorgehenden Pflanzen die Varietäten B und Bb sind. Weil ferner der Anzahl nach B und Bb sich zu einander verhalten wie $1 : 2$, so wird auch der 2te Fall doppelt so oft eintreffen, als der 1te.

Für die übrigen Merkmale lassen sich die Versuche in ganz gleicher Weise durchführen, jedoch kann das Resultat erst im nächsten Jahre ersichtlich werden.

Von den Hieracien, welche mir Ew. Wohlgeboren für Versuche empfehlen,

besitze ich die angeführten Piloselloiden vollzählig.¹⁾ Von den Archieracien: *H. murorum* und *H. vulgatum*; dagegen fehlt in der Nähe: *H. glaucum*, *H. alpinum*, *H. amplexicaule*, *H. prenanthoides* und *H. tridentatum*. Im verflossenen Herbste fand ich ein schon abgeblühtes *Hieracium*, welches die Samenfarbe der *Prenanthoidea* besitzt (Fries: *Achaenia typice testacea* [pallida]), es wollte jedoch mit keiner dahin gehörigen Herbarpflanze übereinstimmen und wurde schliesslich von unsern Botanikern als Bastard erklärt.²⁾ Der Wurzelstock ist für weitere Beobachtungen in den Garten versetzt, die Samen sind angebaut. Die hiesige Gegend ist im Ganzen arm an Hieracien, wurde wohl auch nicht hinreichend durchsucht. Im nächsten Sommer hoffe ich Zeit zu gewinnen, um das sandige Braunkohlenland zu durchstreifen, welches sich östlich von Brünn einige Meilen weit bis an die ungarische Grenze hinzieht. Es ist aus dieser Gegend manche andere seltene Pflanze bekannt. Auch das böhmisch-mährische Plateau dürfte bezüglich der Hieracien noch so ziemlich eine terra incognita sein. Sollte im Verlaufe des Sommers etwas Bemerkenswerthes in meine Hände gelangen, so werde ich nicht säumen, dasselbe Ew. Wohlgeboren einzusenden. Vorläufig erlaube ich mir, den Samen-Paqueten die früher erwähnte Pflanze beizulegen, freilich in einem sehr defecten Zustande, nebst einem anderen *Hieracium*, welches ich ebenfalls im verflossenen Jahre in Brünn auf einer alten Gartenmauer in wenigstens 50 Exemplaren fand. Diese Pflanze fehlt in den hiesigen Herbarien, sie mahnt in ihrer Tracht an *H. praealtum* und *H. echioides* zugleich, ohne das eine oder das andere zu sein.³⁾ *H. praealtum* kommt in der Umgebung der Stadt vor, nicht aber *H. echioides*.

Von der Hybride *Geum urbanum* + *G. rivale* (aus vorjähriger Befruchtung) wurden mehrere Exemplare im Kalthause überwintert; drei davon stehen in Blüthe, die übrigen werden nachfolgen. Der Pollen ist ziemlich gut ausgebildet und die Pflanzen dürften, wie auch GÄRTNER anführt, fruchtbar sein. Es will mir merkwürdig scheinen, dass die bis jetzt blühenden Pflanzen den von GÄRTNER angeführten Ausnahms-Typus besitzen. Pag. 302 heisst es bei GÄRTNER: „*Geum urbano-rivale* in der Mehrzahl mit grossen dem *rivale* nahe kommenden, und nur ein paar Exemplare mit kleinen dem *urbanum* näher gebliebenen gelben Blumen.“ An meinen Pflanzen sind die Blüthen in der That gelb und gelborangefarbig und etwa halb so gross, als die des *G. rivale*; die übrigen Charaktere entsprechen, so weit es sich bis jetzt beurtheilen lässt, dem *G. intermedium* Ehrh. Sollte etwa dem Ausnahmstypus eine frühere Blüthezeit zukommen? Den Knospen nach versprechen aber auch die übrigen Pflanzen

¹⁾ *Hieracium Pilosella*, *H. Auricula*, *H. praealtum*, *H. pratense*, *H. aurantiacum* und *H. cymosum* nach NÄGELIS Notiz.

²⁾ *Hieracium barbatum* TAUSCH (N.).

³⁾ Von NÄGELI erst als *Hieracium cinereum* TAUSCH bestimmt, dann, nachdem er Original Exemplare dieser Pflanze gesehen und ihre Verschiedenheit erkannt hatte, *H. setigerum* (Zwischenform zwischen *H. echioides* und *H. Pilosella*) genannt.

keine grösseren Blüten. Oder sollte hier die Ausnahme zur Regel werden können? Für die Reinheit meiner beiden Stamm-Species glaube ich Gründe zu haben. *G. urbanum* wurde aus der Umgebung der Stadt genommen, wo weder *G. rivale* noch eine andere Art aus diesem Geschlechte vorkommt, *G. rivale* habe ich aus dem Gebirge geholt von einer sehr nassen Wiese, wo *G. urbanum* sicher nicht wächst. Die Pflanze besitzt genau die Charaktere des *G. rivale*, sie wird im Garten erhalten, auch sind aus Selbstbefruchtung hervorgegangene Sämlinge davon vorhanden.

Die aus der Herbst-Aussaat stammenden Hybriden von *Cirsium arvense* + *C. oleraceum* sind über den Winter im Garten eingegangen, von *C. arvense* + *C. canum* blieb eine Pflanze erhalten. Hoffentlich werden die Frühjahrs-Sämlinge glücklicher sein. Sehr gut haben dagegen zwei andere *Cirsium*-Hybriden im Kalthause überwintert. Ich hatte im verflossenen Sommer an einer im Garten blühenden Pflanze von *C. praemorsum* M. (*olerac.* + *rivulare*) die Beobachtung gemacht, dass an den Blütenköpfen, welche an den Stengeln zuerst und zuletzt entwickelt wurden, der Pollen nicht zur Ausbildung kam, weshalb sie auch ganz steril blieben; an den übrigen, etwa der Hälfte wurde etwas Pollen und auch guter Same erzeugt. An zwei zuletzt entwickelten Blütenköpfen wurden Befruchtungs-Versuche angestellt, auf den einen der Pollen von *C. palustre*, auf den anderen von *C. canum* übertragen. In beiden Fällen wurden keimfähige Samen erhalten, wovon die Pflanzen, die den Winter über im Kalthause blieben, schon so weit entwickelt sind, dass die gelungene Hybridisierung ersichtlich ist. Einige Sämlinge von *C. praemorsum*, dann von einer Hybride, welche vermuthlich in die Reihe *C. canum* + *palustre* gehört, und einer anderen, die wahrscheinlich *C. rivulare* + *palustre* ist, haben den Winter im Freien gut überstanden. Dasselbe lässt sich auch von den Herbst-Sämlingen der Hybriden *Aquilegia canadensis* + *vulgaris*, *A. canadensis* + *A. atropurpurea* u. *A. canadensis* + *A. Wittmaniana* sagen. Nicht unbedeutenden Schaden haben dagegen die Herbstpflanzen mancher Hieracien genommen, die zur Untersuchung der Constanz angebaut waren. Bei diesem Genus dürfte die Aussaat im ersten Frühjahre vorzuziehen sein; ob sie dann aber auch in demselben Jahre zur Blüthe gelangen, ist allerdings sehr fraglich. Von der Abtheilung *Accipitrina* macht indessen FRIES die Angabe: „*Accipitrina*, praecocius sata, vulgo primo anno florent“.

Sehr üppige und, wie ich hoffe, im ersten Jahre blühbare Pflanzen erhielt ich von *Linaria vulgaris* + *L. purpurea*.¹⁾ Dasselbe gilt von *Calceolaria*

¹⁾ Dieser Bastard wurde zuerst von NAUDIN (Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux, Nouv. arch. d. mus. I. p. 96, 1863) beschrieben. (MENDEL war inzwischen auf diesen seinen Vorgänger aufmerksam geworden. Über das Verhältnis beider vergl. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XIX, S. (76), 1901, G. A. 8, 268.) In Wirklichkeit hatte MENDEL aber den Bastard *Linaria vulgaris* + *L. striata* erzeugt, da seine *L. purpurea* die *L. striata* war. Vergl. S. 1255.

salicifolia + *C. rugosa*. Auch Hybriden von *Zea Mays major* (mit dunkelrothen Samen) + *Z. Mays minor* (mit gelben Samen), ferner *Zea Mays major* (mit dunkelrothen Samen) + *Zea Cuzko* (mit weissen Samen) werden im Verlaufe des Sommers zur Entwicklung kommen. Ob *Zea Cuzko* eine eigene Species sei, wage ich nicht zu behaupten.¹⁾ Sie kam mir mit dieser Bezeichnung aus einer Samenhandlung zu. Eine sehr abweichende Form ist sie jedenfalls. Für die Untersuchung der Farben-Entwicklung an den Blüthen der Hybriden wurden im vorigen Jahre Befruchtungen vorgenommen zwischen Varietäten von *Ipomoea purpurea*, *Cheiranthus annuus* und *Antirrhinum majus*. Dazu gehört auch ein Versuch mit den Hybriden von *Tropaeolum majus* + *T. minus* (1. Generat.).

Für das heurige Jahr sind Probe-Versuche mit *Veronica*, *Viola*, *Potentilla* und *Carex* in Aussicht genommen. Leider besitze ich davon nur eine geringe Anzahl Species.

Die Versuche können wegen Mangel an Raum nur mit einer kleinen Anzahl Pflanzen begonnen werden, erst wenn die Fruchtbarkeit der Hybriden erprobt und es zugleich möglich ist, dieselben während des Blühens hinreichend zu schützen, soll denselben der Reihe nach eine grössere Ausdehnung gegeben werden. Bis jetzt eignen sich dazu die oben angeführten 3 *Aquilegia*-Bastarde und *Tropaeolum majus* + *T. minus*, obwohl bei letzterem die Fruchtbarkeit nur eine mittelmässige ist. Hoffentlich wird sich auch *Geum urbanum* + *G. rivale* anschliessen.

Die Versuche gehen, wie es nicht anders sein kann, nur langsam vorwärts. Anfangs gehört einige Geduld dazu, doch später macht sich die Sache schon besser, wenn mehrere Versuche gleichzeitig im Gange sind. Da wird vom Frühlinge an, bis in den Herbst hinein täglich das Interesse aufs Neue gespannt, und die Mühe, welche den Schutzbefohlenen zugewendet werden muß, findet darin einen reichlichen Ersatz. Sollte es mir nebstbei gelingen die Lösung des Problems durch meine Versuche irgendwie fördern zu können, so würde ich mich doppelt glücklich fühlen.

Nehmen Sie hochgeehrter Herr den Ausdruck der aufrichtigsten Hochachtung entgegen von

Ihrem ergebenen

G. MENDEL

(Alt-Brünn, Stift St. Thomas)

Brünn 18. April 867

¹⁾ Vergl. S. 1272, Anm. 3. „*Zea Cuzko*“ war gewiß nicht der echte Cuzko-Mais, der in Europa nirgends ausreift (KOERNICKE u. WERNER, Handbuch des Getreidebaues, Bd. II, S. 773), sondern eine andere Rasse mit weißem Endosperm und weißlicher Fruchtschale.

Es hätte keinen Sinn gehabt, auch das Verzeichnis, das die 140 Samenpackete begleitete und dem Briefe beigelegt ist, zu veröffentlichen. Die Samen stammten theils von 8 Bastarden: $Df + dF$, $de + DE$, $BfG + bFg$, $abFg + ABfG$, $bcDg + BCDG$, $ACd + acD$, $ABG + abg$, $DEf + deF$, theils von deren Stammpflanzen.¹⁾

Eine Anzahl Proben ließ NÄGELI im April 1867 aussäen; Notizen über das Ergebnis sind nicht erhalten.

Im November schrieb MENDEL nochmals an NÄGELI.

III.

Bericht über *Hieracium praealtum* + *H. stoloniflorum* (*H. florentinum subcymigerum* + *H. flagellare*). Die Stammarten. Methodisches zur Castration der Hieracienblüten. Fruchtbarkeit des Bastardes; seine Blütenzahl das geometrische Mittel zwischen den B. zahlen der Stammeltern. — Neue Bastardierungsversuche mit Hieracien. — Beobachtung an *Cirsium praemorsum* (= *oleraceum* + *rivulare*) + *C. canum* (2 Formen), an *Geum urbanum* + *G. rivale*, *Linaria vulgaris* + *L. striata*. *Verbascum phoeniceum* + *V. Blattaria* (Verlängerte Lebensdauer und Fertilität eines Individuum).

Hochgeehrter Herr!

Meine Vorsätze, im Verlaufe des heurigen Sommers die *Hieracien* der hiesigen Gegend auf ihren Standorten zu studiren, sind leider nur in sehr beschränktem Masse zur Ausführung gelangt. Mangel an Zeit ist hauptsächlich Schuld daran, auch taue ich nicht mehr recht für botanische Excursionen, da mich der Himmel mit einem Uebergewichte gesegnet hat, welches sich bei weiteren Fusspartien, namentlich aber beim Bergsteigen, in Folge der allgemeinen Gravitation, sehr fühlbar macht. Wenn ich daher nicht, wie ich es gerne gethan hätte, ein Collecte wild wachsender Hieracien übersenden kann, so erlaube ich mir doch einiges aus meiner Plantage zur gütigen Ansicht vorzulegen.

Zuvörderst ist es ein *Hieracium*-Bastard: *H. praealtum* + *H. stoloniflorum* (Autorum)²⁾. Ich lege zugleich die beiden cultivirten Stammpflanzen zur gefälligen Beurtheilung bei, da ich mir in diesem genus eine sichere Bestimmung nicht zutraue. Es sei noch dazu bemerkt, dass dieses *H. praealtum* (vielleicht var. *obscurum* Rchb.) um Brünn häufig auf etwas feuchten Stellen, Wiesen etc. vorkommt, und oft noch üppiger entwickelt ist, als das cultivirte Exemplar. 28 Sämlinge des heurigen Jahres variirten nicht. Ausläufer fehlen immer. *H. stoloniflorum* kommt ebenfalls in hiesiger Gegend, jedoch nur stellenweise

¹⁾ *A* und *a* beziehen sich auf die Gestalt der Samen, *B* und *b* auf die Färbung der Cotyledonen, *C* und *c* auf die Farbe der Samenschale, *D* und *d* auf die Gestalt der Hülse, *E* und *e* auf die Färbung der unreifen Hülse, *F* und *f* auf die Stellung der Blüten, *G* und *g* auf die Länge der ganzen Pflanze. (Vergl. S. 7 u. 8 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.)

²⁾ *H. praealtum* + *flagellare* Rchb. in MENDELS Mittheilung über Hieracien-Bastarde; *H. flagellare* + *H. subcymigerum* = *H. inops* bei PETER l. c. und *H. flagellare* + *H. florentinum* V. 6. *subcymigerum* der Monographie von NÄGELI und PETER. Der Name *inops* bezieht sich auf den schwachen Wuchs des Bastardes.

vor. Genau dieselbe Form habe ich aus Samen gezogen, den ich von einer Herbar-Pflanze aus Breslau entnahm, welcher die Notiz beigelegt war: „kommt hier häufig vor und ist kein Bastard.“ Ich vermag nur so viel zu constatiren, dass die hiesige Pflanze identisch mit der Breslauer ist, dass die Sämlinge des vorigen und heurigen Jahres (2te Generation)¹⁾ keine Abweichungen zeigten, und dass derselben vollkommene Fruchtbarkeit zukommt.

Nebst anderen Experimenten, die ich im verflossenen Jahre anstellte, um bei Hieracien die künstliche Befruchtung zu Stande zu bringen, versuchte ich auch an dem erwähnten *H. praealtum* die Entwicklung des Pollens zu stören, oder denselben wenigstens von der Narbe fern zu halten. Zu diesem Zwecke wurden an einem Köpfchen, welches noch nicht ganz ausgebildet war, die Hüllschuppen bis über die Hälfte abgeschnitten, darauf die kleinen Blütenknospen bis auf 10—12 herausgenommen, sodann letztere mit einer feinen Nadel mehrfach aufgeschlitzt, bis der Griffel völlig entblösst war. Die Uebertragung des Pollens von *H. stoloniflorum* erfolgte sogleich und wurde noch später wiederholt. Trotz dieser sehr violenten Behandlung wurden doch 4 gut ausgebildete Samen erhalten, welche im Frühlinge angebaut ebenso viele Pflanzen lieferten. Drei davon stimmten mit *H. praealtum* ganz überein, während die vierte bedeutende Abweichungen zeigte und zweifellos die Hybridform *H. praealtum* + *stoloniflorum* darstellt. Durch das angedeutete Verfahren war wenigstens in einem unter 4 Fällen die Selbstbefruchtung verhütet worden; dasselbe scheint zweckdienlich zu sein, obwohl es sehr umständlich ist, das Auge sehr anstrengt und ermüdet. Da auf gleiche Weise die Befruchtung des *Cirsium canum* mit *C. oleraceum* im vorigen Jahre gelungen ist, wie aus der Blattbildung der jungen Pflanze ersichtlich wird, so habe ich im heurigen Sommer bei allen Befruchtungen zwischen Hieracien dasselbe Verfahren beobachtet.

Die erwähnte *Hieracium*-Hybride ist eine gesunde üppige Pflanze. Anfangs Juli entwickelte sie gleichzeitig mehrere senkrecht gestellte Stengel; Ausläufer fehlten zu dieser Zeit ganz. Als die ersten Köpfchen dem Aufblühen nahe waren, wurde die Pflanze mit dem Ballen ausgehoben, in einen Topf übersetzt und während des Blühens abgesperrt. Erst nach dem Abblühen sämtlicher Köpfchen erschien ein kurzer dicker steriler Ausläufer, der bald Wurzeln fasste. Später wurde die Pflanze in den Grund zurückgebracht, und hier begann sie gegen Ende September zum zweiten Male zu blühen, die Stengel blieben jedoch viel niedriger und schwächer. Bald darauf entwickelten sich ein kriechender steriler und 5 aufstrebende Köpfchen tragende Stolonen.

Die von FR. SCHULTZ aus künstlicher Befruchtung erhaltenen Hybriden *H. Pilosella* + *H. Auricula* und *H. Pilosella* + *H. praealtum*²⁾ wurden als

¹⁾ Dritte Generation nach der jetzt üblichen Bezeichnung.

²⁾ F. SCHULTZ Bip. (Archives de la Flore de France et de l'Allemagne) führte (nach FOCKE S. 215) seine Bastardierungen ohne Kastration mit dem Pinsel aus.

unfruchtbar angegeben. Die Hybride *H. praealtum* + *H. stoloniflorum* dürfte deshalb einige Beachtung verdienen, weil sie eine Anzahl guter Früchtchen lieferte. In 14 Köpfchen wurden zusammen 1044 Blüten gezählt; davon brachten 624 anscheinend gute Früchtchen, der grössere Theil war jedoch nicht keimfähig, da nur 156 Pflanzen daraus hervorgingen (etwa 15%).¹⁾ Diese sind nun schon im Grunde gut eingewurzelt und gelangen jedenfalls im kommenden Jahre zur Blüthe. Ob dieselben die Merkmale der Hybridform beibehalten, oder ob sie variiren werden, das wird die nächstjährige Beobachtung zeigen.

Ich will hier noch einige Andeutungen über jene Merkmale der Hybride beisetzen, welche an den getrockneten Theilen schwieriger zu bestimmen sind.

Die Blätter sind ebenso bekleidet, wie jene des *H. stoloniflorum*, doch sind die Borsten, vorzüglich an der unteren Fläche, weit weniger zahlreich, der sternförmige Flaum ist weniger dicht. Der Stengel ist sternflaumig mit wenigen grauweissen Borsten und einzelnen Drüsenhaaren (bei *H. praealtum* sind die Borsten an der Basis braun, die Drüsenhaare fehlen). Hülschuppen, sowie Blütenstielchen sind dicht mit Stern- und Drüsenhaaren bedeckt (Borsten fehlen, wie bei *H. praealtum*). Die Hülle der abgeblühten Köpfchen ist nach unten hin nur wenig ausgebreitet bauchig; die Randblüthen sind einfarbig. Die Zahl der Blüten beträgt in einem Köpfchen (nach 14 verschiedenen Zählungen) im Durchschnitte bei *praealtum* 39, *stoloniflorum* 145 und bei der Hybride 75. Letztere Zahl stellt demnach nicht die Mittelzahl vor, welche 92 sein müsste, sie ist jedoch fast genau die mittlere Proportionale zu den beiden anderen; denn es ist nahezu $75^2 = 39 \cdot 145^2$).

Die Pflanze wird übrigens im nächsten Jahre weiter beobachtet werden. Auch hoffe ich aus den diesjährigen Befruchtungen, welche zwischen *H. Pilosella*, *stoloniflorum*, *Auricula*, *praealtum* und *aurantiacum* einerseits, dann zwischen *H. murorum*, *vulgatum*, *rigidum*, *boreale* und *umbellatum* andererseits vorgenommen wurden, neue Bastarde für fernere Untersuchungen zu erhalten.

Andere für Versuche wichtige Arten fehlen mir leider. Die Samen der befruchteten Piloselloiden wurden bald nach der Reife angebaut und die Pflanzen im Garten ausgesetzt, wo sie schon ziemlich kräftig entwickelt sind. Nach dem Aussehen der Blattrosette dürfte die Verbindung des *H. praealtum* (var. *Bauhini*) mit *H. aurantiacum* schon jetzt als gelungen zu bezeichnen sein. Der Anbau der Archieracien erfolgt im nächsten Frühjahre, sie blühen in 5—6 Monaten nach der Aussaat.

¹⁾ Später stellte sich vollständige Fruchtbarkeit heraus (S. 1261). Im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Verhalten ist bei diesem *Hieracium*-Bastard die direkte vegetative Vermehrung, die bei beiden Elternsippen sehr stark ist, sehr vermindert, die apogame oder parthenogenetische dagegen ungeschwächt geblieben. Vergl. d. Monographie von NÄGELI und PETER p. 674.

²⁾ $72^2 = 5184$, $39 \cdot 145 = 5655$, $\sqrt{5655} = 75,2$ — Es scheint mir hier nur ein zufälliges Übereinstimmen vorzuliegen.

Unter die Versuchspflanzen wurde auch jene Art mit blassbraunen Samen aufgenommen, von der ich im Frühjahr ein abgeblühtes Exemplar eingesendet habe.¹⁾ Die Pflanze wächst im Punkwa-Thale in den Ausläufern des böhmisch-mährischen Gebirges auf Kalkunterlage und ist dort in Holzschlägen neben *H. murorum*, *H. vulgatum* und *H. boreale* nicht selten. Im August habe ich sie im Verblühen gefunden. Auf magerem trockenem Boden erscheint sie sehr kümmerlich entwickelt, die seitenständigen Aestchen sind wenig oder gar nicht ausgebildet; auf humusreichen Orten hingegen ist sie kaum zu erkennen. Ich lege das üppigste Exemplar, das ich gefunden habe, bei. Die aus Samen im Garten gezogenen Pflanzen variirten nicht, wurden jedoch noch viel stärker und grösser, obwohl sie wie auch die übrigen *Hieracien* in sandigem ungedüngtem Lehmboden wachsen.

Ein *Hieracium* (doch wohl *praealtum*), dessen Früchtchen eine lichtere Färbung besitzen, als dies bei den mir bekannten Varietäten von *H. praealtum* der Fall ist, ist ebenfalls beigelegt. Ich sammelte die Pflanze in der Umgebung des Tscheitscher Sees, wo sie in Menge wächst. — Ferner fand ich in der Nähe von Brünn auf einem sonnigen Abhange zwischen niedrigem Gebüsch in Gesellschaft des *H. praealtum* und *H. Pilosella* gabelspaltige Formen, welche wohl hybriden Ursprunges sind. Ich lege auch einige davon bei. Das *H. praealtum* scheint dem *H. cymigerum* Rehb. sehr nahe zu stehen. Das gemästete Exemplar davon wurde an einer etwas feuchteren Stelle gesammelt, das andere auf trockenem steinigem Grunde.

Von der Hybride *Cirsium praemorsum* + *canum* (aus vorigjähriger Befruchtung²⁾) wurden nur zwei Pflanzen erhalten, welche schon im heurigen Sommer zur Blüthe gelangten. Von beiden Pflanzen, die mit I und II bezeichnet sind, sende ich getrocknete Blüthenzweige und Blätter. Die wurzelständigen tief fiederspaltigen Blätter der Pflanze II wurden von Schnecken völlig zerstört, die beiliegenden Blätter dieser Pflanze waren in verschiedener Höhe stengelständig. Ich erwähne noch, dass beide sehr üppig entwickelt waren; vorzüglich gilt das von der Pflanze I. (Höhe 6 Fuss, Umfang des Stengels am Boden $6\frac{1}{2}$ Zoll). Die unteren Stengelblätter waren nur wenig herablaufend, die oberen gar nicht. Zahlreiche Zweige entwickeln sich fast vom Grunde des Stengels an. Die anfänglich ganz weissen Corollen nehmen bald eine gelblichweisse und beim Verblühen eine strohgelbe Färbung an, während sich die Griffel allmählig röthen und zuletzt lebhaft karmoisinroth gefärbt erscheinen. Bei Pflanze I. waren die untere Hälfte des Stengels so wie die Rippen der wurzelständigen und zum Theile auch der stengelständigen Blätter dunkelroth gefärbt, bei Pflanze II. fehlte diese Färbung. Pflanze I. blühte anfangs Juli, Pflanze II. einen vollen Monat später. Pflanze I. ist von mittel-

¹⁾ *Hieracium barbatum* TAUSCH nach der Anm. 2 auf S. 1248.

²⁾ Vergl. S. 1249.

mässiger Fruchtbarkeit, Pflanze II. fast steril. Die Wurzeln können ohne Nachtheil für die Pflanzen erst im kommenden Frühjahr untersucht werden. Die auffallenden Unterschiede in der Blattbildung und Blütenstellung sind aus den getrockneten Theilen ersichtlich. Von jeder der beiden Stammpflanzen sind aus der diesjährigen Frühlingsaussaat etwa 50 Abkömmlinge vorhanden. Ihre Entwicklung im nächsten Sommer wird zeigen, ob und welche Varianten aus der Selbstbefruchtung beider hervorgehen können, und in welcher Beziehung die Unterschiede zwischen den beiden Bastardpflanzen zu denselben stehen.

Die Befruchtung des *C. praemorsum* mit *C. canum* wurde wiederholt, um mehrere Hybriden zum weiteren Vergleiche zu erhalten.

Geum urbanum + *G. rivale* (aus vorigjähriger Befruchtung) stimmt mit *G. intermedium* Ehrh. überein. Die Varietäten mit rotgelben Blumen und jene mit um die Hälfte kleineren Blüten kamen unter meinen Hybriden nicht vor. Nicht alle davon besaßen eine gleiche Fruchtbarkeit, doch war keine Pflanze ganz steril.¹⁾ Für weitere Versuche wurden befruchtet

<i>G. urbanum</i>	mit der Hybride
<i>G. rivale</i>	„ der Hybride
Die Hybride	„ <i>G. urbanum</i>
Die Hybride	„ <i>G. rivale</i> .

Die aus diesen Befruchtungen, sowie die aus der Selbstbefruchtung der Hybride stammenden Pflanzen wurden anfangs August im Garten ausgesetzt.

Die Hybride *Linaria vulgaris* + *L. striata* kam schon im ersten Jahre zur Blüthe. Letztere Pflanze erhielt ich unter der Benennung „*Linaria purpurea* (*Antirrhinum striatum*)“; sie ist wohl nichts anderes, als *Linaria striata* DC. Die Hybride steht in Bezug auf Blatt- und Blütenstellung, Grösse und Gestalt der Blüten in der Mitte zwischen den beiden Stammarten; die Früchte hingegen stimmen mit denen von *L. striata* überein, die aufgeblasen runzlige Kapselform der *L. vulgaris* ist bei denselben nicht angedeutet. Eigenthümlich ist die Blütenfarbe und Samengestalt. Die bläulich-violette Streifung namentlich an der Oberlippe, gehört der *L. striata*²⁾ an, der orangefarbene Gaumenfleck der *L. vulgaris*; die Grundfarbe der Blüten war bei 33 unter 55 Pflanzen blassgelb, bei 21 blassviolett, und eine brachte beiderlei Färbungen, jedoch getrennt auf verschiedenen Stengeln. Von letzterer Pflanze sende ich

¹⁾ GÄRTNER gab das Vorkommen steriler Individuen dieses Bastardes an (l. c. S. 395).

²⁾ *Linaria striata* ist in der Blütenfarbe variabel; KOCH (Synopsis, Bd. II. p. 601; Ed. II) sagt: Corolla cinerascens-alba vel caerulescens, violaceo striata in palato reticulata; color in planta culta variat. Das zur Bestäubung verwandte Exemplar MENDEL's war offenbar nicht rein. Der Bastard ist auch von GODRON gemacht worden; seine Exemplare waren vollständig einförmig, er experimentierte gewiß mit einer reinen *striata*-Sippe.

beiderlei Blüten, in Sand getrocknet¹⁾, ebenso von *L. striata* und *Geum urbanum* + *G. rivale*. Beim Trocknen zwischen Papieren wird so manches unkenntlich.

Die Samen der *L. vulgaris* sind bekanntlich flach linsenförmig, an der Oberfläche rauh, mit einem kreisrunden breiten Flügelrande versehen; die der *L. striata* eiförmig, scharf dreikantig, an den Flächen runzlig und punctirt, flügellos. Die Samen der Hybride zeigen nicht unbedeutende Abweichungen. Während einzelne jenen der *L. striata* sehr ähnlich sehen, entschieden dreikantig sind und keinen Flügelansatz haben, erscheint bei der Mehrzahl die Zwischenbildung dadurch vermittelt, dass eine von den drei Samenflächen erweitert ist, während die gegenüberliegende Kante abgestumpft oder nur angedeutet wird, ja bei einzelnen Samen ganz verschwindet. In letzterem Falle erhält der Same eine plan-convexe oder concav-convexe Gestalt und ist mit einem ganz schmalen Flügelrande versehen. Runzeln und Punkte sind immer vorhanden, jedoch weniger dicht, als bei *L. striata*. — Wechselseitige Befruchtungen wurden in der selben Weise wie bei der *Geum*-Hybride vorgenommen.

Linaria vulgaris lässt sich durch den Pollen anderer *Linaria*-Arten ziemlich leicht befruchten, unter 5 Proben sind im heurigen Sommer 4 gelungen. Darunter befindet sich auch die Verbindung mit der schönen *L. genistifolia*, welcher Bastard um Brünn als wildwachsend angegeben wird. Mit *L. triphylla* liess sich *L. vulgaris* nicht befruchten.

Ich erlaube mir noch zum Schlusse eine Beobachtung mitzuthemen, welche ich im heurigen Sommer an einer *Verbascum*-Hybride gemacht habe. Im Jahre 864 hatte ich Befruchtungen zwischen mehreren *Verbascum*-Arten vorgenommen. Die im Garten gezogenen Hybriden waren total steril, auch nicht ein Körnchen Samen wurde erhalten. Der Zufall wollte es, dass eine Pflanze von *Verbascum phoeniceum* + *V. Blattaria* in der Samenschüssel vergessen wurde und sammt dieser den Sommer über in einem Winkel des Gartens ohne alle Pflege stehen blieb. Im Herbst wurde die sehr kümmerliche Pflanze aufgefunden und zu ihren üppig entwickelten Geschwistern in den Grund gesetzt. Obwohl sie hier im künftigen Jahre recht kräftig wurde, kam sie doch nicht zur Blüthe und überwinterte zum zweiten Male, während ihre Geschwister als zweijährige Pflanzen nach der Blüthe abstarben. Im heurigen Sommer brachte sie das Versäumte wieder ein, denn sie stand von Juni bis September ohne Unterbrechung in Blüthe und erzeugte auch über 100 gut ausgebildete Samen. Sie dürfte sogar zum dritten Male überwintern, da sie nach der Blüthe eine vollständige Blattrosette entwickelt hat.²⁾

¹⁾ Ich kann diese Methode nach eigenen, schon Mitte der 90er Jahre angestellten Versuchen nur empfehlen, vor allem für derbere Objekte, z. B. die Blätter der *Sarraceniales* etc.

²⁾ Leider ist keine Nachricht über die Nachkommenschaft vorhanden. Der schon von KÖLREUTER und GÄRTNER erzeugte Bastard ist sonst stets steril, — wie es die Artbastarde der *Verbascen* fast ausnahmslos sind.

Dem künftigen Sommer sehe ich mit Ungeduld entgegen, da mir zum ersten Male mehrere fruchtbare Hybriden ihre Nachkommen in der Blüthe vorführen werden. Es ist dafür gesorgt, dass sie recht zahlreich erscheinen können, und ich wünsche nur, dass sie die Sehnsucht, mit welcher ich sie erwarte, durch zahlreiche Mittheilungen aus ihrer Lebensgeschichte lohnen mögen.

Mit der grössten Hochachtung zeichnet sich Euer Wohlgeboren

aufrichtiger Verehrer

GREGOR MENDEL

Brünn am 6. Nov. 867

Am 9. Februar 1868 schrieb MENDEL wieder an NÄGELI, um Material von Hieracien zu erhalten.

IV.

Bitte um Überlassung von Material für die Bastardierungsversuche mit Hieracien.

Hochgeehrter Herr!

Nachdem ich in den beiden letzten Jahren über die künstliche Befruchtung der Hieracien einige Erfahrung gesammelt habe, ist es nun meine Absicht, mit diesem genus planmässige Versuche anzustellen, welche sich ausschliesslich auf die Kreuzung der Hauptformen beschränken sollen. Von Piloselloiden besitze ich zwar die typischen Arten mit geringer Ausnahme, dagegen fehlen mir jene der Archieracien fast ganz. Ich möchte nun gerne das Fehlende durch Ankauf ergänzen, allein woher? das ist die Frage, auf welche mir die Antwort mangelt. In dieser Verlegenheit wage ich es, mich an die Güte Ew. Wohlgeboren zu wenden, um, wie ich vielleicht hoffen darf, den erwünschten Abschluss zu erhalten.

Die Arten, welche ich zu haben wünsche, sind:

H. cymosum (*genuinum*), *H. alpinum**, *H. amplexicaule**, *H. glanduliferum*, *H. piliferum*, *H. villosum**, *H. glaucum**, *H. porrifolium*, *H. humile**, *H. tridentatum**, *H. praeanthoides**, *H. albidum**.¹⁾

H. glaciale, *H. alpicola* und *H. staticifolium* wären mir ebenfalls erwünscht.

Es liegt mir viel daran, von den aufgezählten Arten, Samen oder Pflanzen, oder beides zu erhalten. Aus Samen wären wohl noch im kommenden Sommer blühbare Pflanzen zu erwarten.

¹⁾ Von den mit * bezeichneten Arten sandte NÄGELI Samen, ferner solchen von *H. elongatum* und *H. gothicum*.

Indem ich nochmals meine Bitte wiederhole, füge ich gerne das Versprechen bei, im Falle des Gelingens von den Bastarden getrocknete oder lebende Exemplare einsenden zu wollen.

Mit der grössten Hochachtung für Ew. Wohlgeboren

zeichnet sich

GREGOR MENDEL

(Altbrunn, Stift St. Thomas)

Brünn 9. Februar 868

Auf diesen Brief antwortete NÄGELI am 28. April 1868. Er legte Hieraciensamen bei, versprach lebende Pflanzen zu schicken und wies auf den Unfall hin, der ihn vor kurzem getroffen¹⁾, offenbar um die Kürze des Schreibens zu motivieren.

MENDEL dankte am 4. Mai 1868.

V.

Dank für die gesandten Samen. — Bericht von der Wahl zum Abte. — Nachricht von einigen neuen Hieracienbastarden.

Hochverehrter Herr!

Empfangen Sie meinen herzlichsten Dank für die glücklich angekommenen Hieracien-Samen. Wie sehr bin ich Ihnen für diese freundliche Zusendung verbunden, und wie hoch muss ich ausserdem noch Ihre Güte schätzen, da Sie auch eine Sendung lebender Pflanzen in Aussicht stellen! Ich werde alle Mühe anwenden, um die zwischen den verschiedenen Species möglichen Hybridformen zu Stande zu bringen, und falls diese fruchtbar sind, sollen auch ihre Nachkommen durch mehrere Generationen beobachtet werden. Um eines muss ich Sie freundlichst bitten, nämlich die Ankaufs- und Transportkosten, sowie anderweitige Expensen auf meine Rechnung setzen zu wollen.

Mit lebhaftem Bedauern habe ich die Nachricht von dem Unfalle vernommen, der Sie hochgeschätzter Herr am 1. März betroffen hat, und freue mich aufrichtig, dass das Unglück nicht von den schlimmsten Folgen begleitet war.

In meinen Verhältnissen ist in der letzten Zeit ganz unvermuthet eine vollständige Aenderung eingetreten, meine Wenigkeit wurde nämlich am 30. März von dem Kapitel des Stiftes, dessen Mitglied ich bin, zum lebenslänglichen

¹⁾ Anfang März war ihm kochender Spiritus ins Auge gespritzt; der Arzt hielt beim ersten Besuch das Auge für verloren. Die merkwürdigen subjektiven Gesichterscheinungen, die er während der ersten Zeit der glücklich verlaufenden Heilung beobachtete, hat er selbst beschrieben. Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. d. Wissensch. 1868. I. 4.

Vorstande gewählt. Aus meiner bisherigen ganz bescheidenen Stellung als Lehrer der Experimentalphysik sehe ich mich mit einem Male in eine Sphäre versetzt, in welcher mir so manches fremd erscheint und es wird wohl noch einige Zeit und Mühe kosten, bis ich mich darin heimisch fühlen kann. Das soll mich indessen nicht abhalten, die mir so lieb gewordenen Bastardierungsversuche fortzusetzen, ich hoffe sogar, denselben mehr Zeit und Aufmerksamkeit zuwenden zu können, bis ich nur in meine neue Stellung eingearbeitet bin.

In meiner Versuchsplantage haben die Pflanzen im Durchschnitte gut überwintert, auch ist die Entwicklung derselben ziemlich weit vorgeschritten; die meisten Piloselloiden und auch ein Theil der Archieracien zeigen schon ihre Blüthenknospen. Als gelungen sind bis jetzt zu erkennen die Bastarde: *H. Auricula* + *H. Pilosella*¹⁾, *H. praealtum* (*Bauhini*) + *H. aurantiacum*²⁾ und vermuthlich auch *H. Pilosella* + *H. Auricula*.³⁾ Von den Herbst-Sämlingen des vorigjährigen Bastardes *H. praealtum* + *H. stoloniflorum* (Autor.) haben circa 100 überwintert. Bis jetzt sind diese (allerdings noch kleinen) Pflanzen im Baue und Indumente der Blätter von einander nicht verschieden und stimmen mit der Bastard-Mutterpflanze überein. Ihrer weiteren Entwicklung sehe ich mit einiger Spannung entgegen.

Mit der Versicherung der vorzüglichsten Hochschätzung zeichnet sich

Ihr ergebenster Freund

GREGOR MENDEL

Abt und Prälat des Stiftes St. Thomas

Brünn am 4. Mai 868

Am 11. Mai sandte NÄGELI lebende Hieracien (*H. flagellare* Rchb., *acutifolium*, *auriculaeforme*, *stoloniflorum* WK, *neglectum*, *fuscum*, *aurantiacum bicolor*, *pratense*, *cymosum*, *alpinum*, *hispidum*, *ochroleucum*, *preanthoides*, *gothicum*, *Sendtneri*, *laevigatum*, *pulmonarioides* und *Jacquini*) und versprach im Sommer noch mehr zu schicken. Dem Brief waren auch zwei Schemata beigelegt, die die Übergangsformen und Bastarde enthielten, die NÄGELI damals bei Piloselloiden und Archieracien bekannt waren. Um die praktische Anordnung zu zeigen, gebe ich das kleinere, die Piloselloiden betreffende Schema wieder, das sich von selbst erklärt; die Bedeutung der Zeichen (! = Bastarde, O = nicht hybride Übergänge ??) ist nicht notiert.⁴⁾

¹⁾ *H. Auricula* l. *epilosum* + *H. Pilosella* XVII. 4 *bruennense* = *H. auriculiforme* Fries, bei PETER und in der Monographie.

²⁾ *H. magyharicum* + *aurantiacum* = *H. calomastix* bei PETER und in der Monographie.

³⁾ Diese schon im ersten Brief genannte Bastardform wird weiterhin nicht mehr erwähnt und kommt auch bei PETER und in der Monographie nicht vor.

⁴⁾ Wie mir Herr H. ZAHN, einer unserer besten Hieracienkenner, freundlichst mittheilt, ist meine Deutung der Zeichen sicher richtig.

Pilosella										
	flagellare (stoloniflorum Aut.)									
		acutifolium (sphaerocephalum)								
			auriculaeforme							
		!	!	stoloniflorum <i>W K</i> (versicolor Fr.)						
!		!		!	Auricula					
!				!	○	neglectum (Auricula-glaciale)				
!	○		!	!	!	!	pratense			
!	!	!	!	!	!	!	!	aurantiacum		
!		!					!	○	fuscum	
!		!			!		!	!	cymosum	
!			!		!	!	!	!	!	praealtum

Diese Anordnung ist kompendiöser als die von mir verwendete¹⁾, erlaubt aber nicht, die beiden Verbindungen *A + B* und *B + A* zu unterscheiden.

Die Anrede lautet von nun ab: Hochgeehrter Herr und Freund.

MENDEL schrieb darauf am 12. Juni 1868.

VI.

Mißgeschick mit den übersandten lebenden Pflanzen. — Weiterer Bericht über *Hieracium praealtum* + *H. stoloniflorum* (*H. florentinum subcymigerum* + *H. flagellare*), sowie einige weitere Hieracienbastarde.

Hochverehrter Freund!

Verzeihen Sie, dass ich so spät dazu komme, meinen herzlichen und aufrichtigen Dank für die zugesendeten *Hieracium*-Arten abzustatten. Ich erhielt das Kistchen am 12. Mai, an demselben Tage, an welchem ich eine längere Inspectionsreise antreten musste, und fand damals nicht mehr die nötige Zeit um meinen Dank schriftlich aussprechen zu können. Der Gärtner erhielt die Weisung, die Pflanzen mit aller Vorsicht zu behandeln, von jeder Species ein Exemplar in einen Topf und die übrigen in den Grund zu setzen. Als ich vor einigen Tagen zurückkehrte, fand ich zu meinem nicht geringen Bedauern dass die Hälfte der Topfpflanzen abgestorben war, vermuthlich in Folge übermässigen Begießens. Die im Grunde stehenden Pflanzen blieben mit einiger Ausnahme gut erhalten, müssen jedoch erst sortiert werden, da es der Gärtner unterlassen hat, die Namen beizusetzen. Zu den verunglückten Topfpflanzen

¹⁾ Bastarde zwischen Maisrassen. Bibl. Botan. Heft 53, p. 51 (1901, G. A. 7, 140).

gehören die Piloselloiden, mit alleiniger Ausnahme von *H. flagellare*, *H. auriculaeforme* und *aurantiacum*, ferner noch *H. pulmonarioides* und *H. albidum*. Ich hoffe indessen, dass keine Species ganz verloren ist.

Von den mir gütigst zugesendeten Samen haben gekeimt die von *H. amplexicaule*, *H. elongatum*, *H. alpinum*, *H. gothicum*, *H. tridentatum*, *H. praeanthoides*. Nicht gekeimt haben die von *H. villosum*, *H. albidum*, und *H. glaucum*.

Von dem im vorigen Jahre gezogenen Bastarde *H. praealtum* + *H. flagellare* ist nun die erste Generation¹⁾, aus 112 Pflanzen bestehend, zur Blüthe gelangt. Soweit ich es zu beurtheilen vermag, stimmen sämtliche Pflanzen in den wesentlichen Merkmalen überein, auch weichen sie von der gleichfalls blühenden Bastard-Mutterpflanze nur in sofern ab, als ihre Stengel etwas schwächer, niedriger und etwas weniger verzweigt sind, was der älteren und kräftigeren Mutterpflanze gegenüber nicht auffallen kann. Die Fruchtbarkeit ist, soweit es sich bis jetzt übersehen lässt, bei allen eine vollständige. Das weniger günstige Resultat, welches in dieser Hinsicht die Bastard-Mutterpflanze im vorigen Jahre zeigte²⁾, dürfte darin seinen Grund finden, dass dieselbe während des Aufblühens aus dem Boden gehoben und in einen Topf übersetzt wurde, was eine Verletzung der Wurzeln und Schwächung der Pflanze während der Samenbildung zur Folge haben musste.

Aus der vorigjährigen Befruchtung sind 5 weitere Piloselloiden-Bastarde hervorgegangen:

1. *H. praealtum (Bauhini)* + *H. aurantiacum*.³⁾ Dieser Bastard steht so ziemlich in der Mitte zwischen den beiden Stammarten. Die Strahlenblüthen sind an der oberen Seite orangefarbig, an der unteren purpurroth gestreift, die übrigen Blüthen goldgelb bis hellgelb; die Griffel sind gelb, die Narben rostbraun. Wurde vor dem Aufblühen übersetzt, und ist, vielleicht deshalb, wenig fruchtbar. Aus derselben Befruchtung erhielt ich noch eine andere abweichende Form, von der erst zwei Köpfchen geöffnet sind. In der Blatt- und Stolonenbildung besitzt sie eine weit grössere Aehnlichkeit mit *H. praealtum*, auch sind die Narben gelb; der Stengel hingegen ist borstig und die Blüthen zeigen entschiedene Bastard-Farbe!

2. Ein anderer Bastard: *H. praealtum* (?) + *H. aurantiacum*⁴⁾ ist soeben aufgeblüht. Die eine Stammpflanze scheint eine Mittelform zwischen *H. praealtum* und *H. echiodes* zu sein. Der Bastard ist eine Mittelbildung, die Blütenfarbe wie bei den vorhergehenden, die Narben sind rostbraun.

¹⁾ Die zweite nach heutigem Gebrauch.

²⁾ Vergl. S. 1253 u. f. und die Anmerkung auf S. 1254.

³⁾ *H. magyricum* + *H. aurantiacum* Vergl. S. 1259 Anm. 2.

⁴⁾ Später *H. echiodes* + *H. aurantiacum* („Hieracienbastarde“), *H. setigerum* + *H. aurantiacum* = *H. monasteriale* bei PETER und in der Monographie.

3. *H. Auricula* + *H. Pilosella*¹⁾ mit der charakteristischen Gabeltheilung des Stengels steht gleichfalls in Blüthe. Die Köpfchen sind auffallend gross, weit über die Mittelgrösse hinaus, was wohl nur eine Folge der sehr üppigen Entwicklung der Pflanze sein dürfte.

4. 5. *H. praealtum* (*Bauhini*) + *H. Pilosella*²⁾, ebenso *H. Auricula* + *H. aurantiacum*³⁾ werden erst zur Blüthe gelangen.

Die Pflanzen aus der Frühlingsaussaat sind noch nicht so weit entwickelt, dass sich über den Erfolg der Befruchtung etwas sagen lässt; doch dürfte auch unter diesen einiges gelungen sein. Es sind meist Archieracien.

Im kommenden Frühjahr soll es meine eifrigste Sorge sein, dass sämtliche Bastarde mit den zugehörigen Stammarten in lebenden Exemplaren eingeschendet werden.

Ihr höchst freundliches Anerbieten, meine Versuchsflora auch künftighin unterstützen und vermehren zu wollen, muss mich zum innigsten Danke verpflichten und zugleich aneifern, die dargebotenen Mittel auf das beste zu benützen.

Mit der Versicherung der vorzüglichsten Hochachtung zeichnet sich

Ihr ergebenster Freund

GREGOR MENDEL

Brünn am 12. Juni 868

Im September 1868 sandte dann NÄGELI vom Brenner einige lebende Hieracien an MENDEL (*H. albidum* und *H. Hoppeanum*), und am 15. April 1869 dieser die versprochenen Bastarde nach München.

VII.

Begleitschreiben zu einer Sendung lebender Bastarde aus den Gattungen *Hieracium*, *Cirsium*, *Geum* und *Linaria*, nebst Bemerkungen über dieselben und weitere Versuche.

Hochgeehrter Herr und Freund!

Meinem Versprechen gemäss sende ich einige *Hieracium*-, *Cirsium*-, *Geum*- und *Linaria*-Hybriden, die ich aus künstlicher Befruchtung erhalten habe. Das Verzeichnis⁴⁾ derselben liegt bei; die darin vorkommenden Nummern entsprechen jenen, welche auf den Täfelchen angeschrieben sind, die den Pflanzen beigegeben wurden.

¹⁾ *H. Auricula* 1. *epilosum* + *H. Pilosella bruennense* = *H. coryphodes* und *H. Mendelii* bei PETER und in der Monographie.

²⁾ *H. magyricum* + *H. Pilosella bruennense*? Fehlt in MENDELS „Hieracium-bastarden“ und bei PETER, sowie in der Monographie.

³⁾ *H. Auricula* 1. *epilosum* + *H. aurantiacum* = *H. pyrhanthes*, *H. raripilum*, *H. chrysochroum* u. *H. fulvopurpureum* bei PETER und in der Monographie.

⁴⁾ Dies Verzeichnis ist nicht erhalten geblieben; die kurzen Bezeichnungen, die im folgenden gegeben werden konnten, hat NÄGELI in den Brief geschrieben.

A. *Hieracien* (N.).

No. 1. war ziemlich fruchtbar; die aus den Samen gezogenen Pflanzen sind bis jetzt im Aussehen von einander nicht verschieden. Diese Hybride, sowie No. 2, 5, 8, 9, stammen vom vorigen Jahre und wurden in Töpfen gezogen. (*H. calomastix* N., *H. magyaricum* + *H. aurantiacum* C.)

No. 2. wurde mit No. 1 aus derselben Befruchtung erhalten, weicht jedoch nicht unbedeutend ab und war ganz unfruchtbar.¹⁾

No. 3 & 4 sind die beiden Stammarten. (*H. Bauhini* [später *H. magyaricum*], *H. aurantiacum* N.)

No. 5. war sehr reichblühend, brachte jedoch nur 4 keimfähige Samen. (*H. Mendelii* N., *H. Auricula* + *H. Pilosella bruennense* C.)

No. 6 & 7 sind die beiden Stammarten der vorhergehenden Hybride. (*H. Auricula*, *H. bruennense* N., *H. Pilosella bruennense* C.)

No. 8. war ganz steril. Die beiden Stammarten sind No. 4 und 6. (*H. Auricula* + *H. aurantiacum* C.)

No. 9. war vollkommen fruchtbar. Die noch jungen Nachkommen sind in der Blattbildung nicht verschieden. (*H. monasteriale* N., *H. setigerum* + *H. aurantiacum* C.)

No. 10 ist Stammform der vorhergehenden Hybride. Sie wächst auf der Einfassungsmauer unseres Stiftsgartens; ein anderer Fundort ist mir bis jetzt nicht bekannt. (*H. setigerum* N.) (Die zweite Stammart ist No. 4.)

No. 11. War im Topfe gezogen nur theilweise, im Grunde jedoch vollkommen fruchtbar. (*H. inops* N., *H. florentinum subcymigerum* + *H. flagellare* C.)

No. 12 und 13 sind die beiden Stammarten. (*H. praealtum*, *H. flagellare* N.)

No. 14. Alle Sämlinge des vorigen Jahres (es waren 112) stimmten mit der Hybriden-Mutter-Pflanze No. 11 überein. Sie waren sämmtlich fruchtbar. (*H. inops* N., *H. flagellare* + (*florentinum*) *subcymigerum* C.)

B. *Cirsia* (N.).

No. 15. Ist eine starke schöne Pflanze von mittlerer Fruchtbarkeit. Nebst dieser Hybride wurde aus derselben Befruchtung noch eine andere abweichende Form erhalten, die unfruchtbar war und im verflorbenen Sommer einging.²⁾

No. 16 und 17. sind die beiden Stammformen.²⁾

No. 18. Ueber die sehr interessanten Abkömmlinge der Hybride No. 15²⁾ habe ich in meinem letzten Schreiben Bericht erstattet.³⁾ Mit Bedauern muss ich heute melden, dass ich nicht mehr als 4 Stück zu senden im Stande bin,

¹⁾ Ist offenbar in München bei dem Kulturversuch zugrunde gegangen.

²⁾ Unzweifelhaft *C. praemorsum* (*oleraceum* + *rivulare*) + *C. canum*.

³⁾ Gemeint ist Brief III, S. 1254.

da die übrigen, obwohl sie den ganzen Sommer hindurch sehr kräftig aus-
sahen und reichlich blühten, gegen alle Erwartung im Winter abgestorben
sind. Ich bedaure das um so mehr, als ich auf ihre längere Lebensdauer
rechnend es versäumt habe, Zweigchen davon für das Herbar zu trocknen.
Der Schaden wird sich hoffentlich ersetzen lassen, da die Mutter-Pflanze
gesund und kräftig ist. Bei der grossen Lebenszähigkeit der mehrjährigen
Cirsien muss es auffallen, dass mehr als $\frac{2}{3}$ der starken und üppigen Pflanzen
nach dem ersten Blühen verloren gingen. War denselben vielleicht ihrer Or-
ganisation nach nur eine zweijährige Lebensdauer zugemessen? oder würden
sie unter anderen mehr zusagenden Verhältnissen noch länger lebensfähig
geblieben sein?

No. 19. Ist eine sehr schöne Pflanze von mittlerer Fruchtbarkeit. Die
noch jungen Sämlinge lassen ihrer Blattbildung nach eine nicht minder grosse
Formenverschiedenheit erwarten, als es bei No. 18 der Fall ist. Merkwürdiger-
weise zeigen die Hybriden von *Hieracium* und *Cirsium* bei der Bildung ihrer
Nachkommenschaft ein sehr ungleiches Verhalten. *Cirsium* wäre für das
Studium der variablen Bastarde eine sehr gute Versuchspflanze, wenn sie
weniger Raum in Anspruch nehmen würde.¹⁾

No. 17 u. 20 sind die beiden Stammarten der vorhergehenden Hybride.¹⁾

C. Geum (N.) *urbanum* + *rivale* (C.).

No. 21. Mehrere Hybriden aus derselben Befruchtung waren in der Blüten-
grösse etwas verschieden und von ungleicher Fruchtbarkeit.

No. 22 u. 23 sind die beiden Stammformen.

No. 24. 25. 26 werden im heurigen Frühjahr zum ersten Male blühen,
N. 27 u. 28 brachten schon im vorigen Jahre einige unvollkommene Blumen.
Nach GÄRTNER variiren die Nachkommen dieser *Geum*-Hybride nicht.

D. Linaria (N.).

No. 29. Aus gleicher Befruchtung wurden der Blumenfarbe noch zweierlei
Hybriden erhalten. 33 Hybriden hatten eine mehr gelbliche, 21 eine mehr
violette Färbung und eine Pflanze brachte beiderlei Farben. Die Fruchtbarkeit
ist gering, die Nachkommen variiren.²⁾

No. 31. Eine schöne und kräftige Hybride von ebenfalls geringer Frucht-
barkeit.³⁾

Von dem interessanten Bastarde *Mirabilis Jalappa* + *M. longiflora* be-
sitze ich ein Exemplar. Von den wenigen Samen, welche derselbe im vorigen
Sommer brachte, wurden einige Pflanzen erhalten, die jedoch noch zu zart

¹⁾ *C. canum* + *C. oleraceum* oder + *C. palustre*?

²⁾ *Linaria vulgaris* + *L. striata*. Vergl. S. 1255 u. f.

³⁾ *Linaria vulgaris* + *L. genistaefolia*?

sind, um den Transport vertragen zu können.¹⁾ Dasselbe gilt von den aus vorigjähriger Befruchtung hervorgegangenen Hybriden (die als solche schon erkennbar sind):

H. cymosum + *H. Pilosella*²⁾
H. Auricula + *H. pratense*³⁾
(*H. praealtum* + *H. aurantiacum*) + *H. aurantiacum*⁴⁾
(*H. praealtum* + *H. aurantiacum*) + *H. praealtum*⁴⁾
(*H. Auricula* + *H. Pilosella*) + *H. Auricula*⁴⁾
Antirrhinum vulgare + *A. rupestre*⁵⁾
Lychnis diurna + *L. vespertina*⁶⁾.

Es ist mir noch nicht geglückt, Bastarde von Archieracien zu gewinnen, will jedoch hoffen, dass die heurige Aussaat ein entsprechendes Resultat liefern werde. Von den mir gütigst zugesendeten Species konnten im vorigen Jahre nur benützt werden: *H. humile*, *H. Sendtneri*, *H. picroides*, *H. prenanthoides*, *H. hispidum* und *H. canescens*. Da diese, sowie auch die übrigen Arten gut überwintert haben, wird es mir möglich werden, den Versuchen eine grössere Ausdehnung zu geben, und soll das genau nach dem Plane⁷⁾ geschehen, den Sie, verehrter Freund, mir zu übersenden so gefällig waren.

Wir erfreuen uns hier seit Wochen der herrlichsten Frühlings-Witterung. Die Vegetation ist, mit dem mehrjährigen Durchschnitte verglichen, um 13 Tage voraus, die Belaubung eine fast allgemeine.

Indem ich gerne die Gelegenheit benütze, um Ihnen, hochgeschätzter Freund, meine vorzüglichste Hochachtung und Verehrung auszusprechen und mich Ihrem ferneren Wohlwollen zu empfehlen, zeichne ich mich als

Ihren

stets ergebenen

GREGOR MENDEL

Brünn 15. April 869

Am 18. April antwortete NÄGELI; er hob die große Wichtigkeit von MENDELS Hieracienbastarden hervor und versprach lebende Arten, vor allem aus den Alpen, zu schicken.

¹⁾ Die ersten und besten Beobachtungen hierüber verdanken wir KÖLREUTER. Ich selbst studiere den Bastard seit Jahren und habe in der II. Generation noch keine zwei gleichen Individuen gefunden. Vergl. auch S. 1272, Anm. 4.

²⁾ Fehlt bei MENDEL, „Hieracienbastarde“; *H. cymigerum* + *H. (Pilosella) bruennense* = *H. canum* und *H. virenticanum* bei PETER und in der Monographie.

³⁾ Fehlt bei PETER und in der Monographie.

⁴⁾ Auch diese 3 Rückkreuzungen fehlen bei PETER und in der Monographie.

⁵⁾ Es ist nicht klar, was mit diesem Bastard gemeint ist. Ein *Antirrhinum vulgare* gibt es nicht; vielleicht handelt es sich um *A. majus* + *A. (glutinosum var.) rupestre* Boiss. et Reut.

⁶⁾ Bekanntlich gleich *Melandrium rubrum* + *M. album*. Vergl. S. 1273 und 1276.

⁷⁾ Vergl. S. 1259 f.

Am 9. Juni 1869 trug MENDEL in der Sitzung des naturf. Vereines in Brünn über seine Hieracienbastarde vor. Der betreffende Band ist aber 1870 und nicht 1869 datiert.¹⁾

Der nächste Brief war — wenn kein Brief MENDELS verloren ging — wieder einer NÄGELIS vom 27. April 1870, der eine Sendung lebender Hieracien begleitete (*H. Pilosella incanum*²⁾, *H. Pilosella niveum*³⁾, *H. Pilosella vulgare*, *H. praealtum*, *H. glaucum*), die drei letzten aus Münchens Umgebung. MENDEL antwortete am 3. Juli desselben Jahres, indem er gleichzeitig einige Hieracienbastarde übersandte.

VIII.

Augenleiden infolge der Kastrationsarbeiten bei *Hieracium*. — Bemerkungen zu den gleichzeitig übersandten Hieracienbastarden. Ungleiche Eignung der verschiedenen Piloselloiden-Arten zur Bastardbildung; Reihe von dem unbrauchbaren *H. aurantiacum* bis zu den vollkommen verlässlichen *H. Auricula* und *H. cymigerum*. Das Art-Material zu diesen Versuchen. — Die Vielförmigkeit der Hieracienbastarde in der I. Generation und Beispiele dazu. Möglichkeit spontaner Bastardierung; ein Tripelbastard. — Fast vergebliches Mühen mit Archieracien. — Wie viel Pollenkörner sind bei *Mirabilis* zur Befruchtung nötig? — Bastarde von *Matthiola*, *Zea* und *Mirabilis*, die sich wie die Erbsenbastarde verhalten.

— *Lychnis vespertina* + *L. diurna*. — Schwierigkeiten bei *Matthiola*.

Hochgeehrter Freund!

Zürnen Sie nicht, dass ich so spät meinen Dank für die zugesendeten lebenden Hieracien ausspreche, welche sämmtlich gesund angekommen sind und vortrefflich gedeihen. Bauten in den auswärtigen Maierhöfen und andere ökonomische Angelegenheiten haben mich wochenlang ausschliesslich in Anspruch genommen, und als ich zu Pfingsten nach Brünn zurückkam, fanden sich auch hier dringende und zeitraubende Arbeiten vor. Erst seit wenigen Tagen bin ich Herr meiner Zeit und im Stande, meine Lieblingsbeschäftigung wieder aufzunehmen, die ich in Folge eines Augenleidens gegen Ende Juni des vorigen Jahres abbrechen musste.

Ich befand mich in ernstlicher Gefahr, die Bastardierungsversuche ganz aufgeben zu müssen, und zwar durch eigene Unvorsichtigkeit. Da mir nämlich für die Arbeit an den kleinen Hieracienblüthen das zerstreute Tageslicht nicht ganz ausreichte, nahm ich einen Beleuchtungsapparat (Spiegel mit Sammellinse) zu Hilfe, ohne zu ahnen, welches Unglück ich damit hätte anstellen können. Nachdem ich mich im Mai und Juni viel mit *H. Auricula* und *praealtum* beschäftigt hatte, stellte sich eine eigenthümliche Ermüdung und Abspannung in den Augen ein, welche trotz aller sogleich angewendeten Schonung einen bedenklichen Grad erreichte und mich bis in den Winter hinein für jedwede Anstrengung unfähig machte. Seitdem hat sich glücklicherweise das Uebel fast vollständig verloren, so dass ich wieder anhaltend lesen und auch die Befruchtungsversuche an Hieracien, so gut es eben ohne künstliche Beleuchtung möglich ist, vornehmen kann.

¹⁾ Wie bei der Ausgabe des Vortrags in Ostwalds Klassikern angegeben ist.

²⁾ Später, wegen des *H. incanum* M. B., *H. velutinum* Heg. u. Heer genannt, s. S. 1277.

³⁾ Das spätere *H. tardans* NÄG. u. PETER.

Mit dem heutigen Schreiben sende ich zugleich einige lebende *Hieracium*-Bastarde, denen auch, wo es nothwendig ist, die Stammformen beiliegen.

Das bisherige Ergebnis der Versuche ist noch gering zu nennen und zu mangelhaft, als dass sich daraus schon endgiltige Folgerungen ziehen liessen. Einige Erfahrungen sind indessen doch schon gewonnen und ich erlaube mir dasjenige davon kurz anzuführen, was mir von einiger Wichtigkeit zu sein scheint.

Zuvörderst will ich erwähnen, dass es mir bei einigen *Piloselloid*-formen, trotz vielfacher Versuche noch nicht gelungen ist, durch Bestäubung mit fremdem Pollen auch nur einen einzigen Bastard zu erhalten. Das gilt z. B. von *H. aurantiacum*. Bei dieser Art war ich bis jetzt nicht im Stande, die Einwirkung des eigenen Pollens aufzuheben. Auch *H. Pilosella* und *H. cymosum* machen Schwierigkeiten. Bei anderen z. B. bei den Varietäten von *H. praealtum* gelingt bei ganz gleicher Behandlung die Befruchtung mit fremdem Pollen schon leichter, und *H. Auricula* ist, wie ich mich nun mehrfach überzeugt habe, bei einiger Vorsicht eine vollkommen verlässliche Versuchspflanze. Ich habe mehr als 100 Köpfchen dieser Art im vorigen Jahre mit dem Pollen von *H. Pilosella*, *cymosum* und *aurantiacum* befruchtet; etwa die Hälfte davon ist zwar in Folge erlittener Verletzungen eingetrocknet und aus den übrigen wurden nur je 2—6 Samen erhalten, allein die aus denselben erzogenen Pflanzen sind ohne Ausnahme Bastarde. Die noch ganz kleinen Pflänzchen von *H. Auricula* + *H. Pilosella*¹⁾ und *H. Auricula* + *H. cymosum*²⁾ wurden mir leider im Warmhause von Schnecken bis auf einige wenige Exemplare abgeweidet, jene von *H. Auricula* + *H. aurantiacum* blieben jedoch erhalten und es sind davon 98 im Garten ausgesetzt. Sie dürften im nächsten Monate zur Blüthe kommen.

Für Versuche sehr geeignet scheint auch eine andere Form zu sein, die ich indessen mit der Bezeichnung No. XII³⁾ der Sendung beischliesse, da ich dieselbe nicht einzureihen und zu benennen weiß.⁴⁾ Ich habe sie in Holzschlägen in großer Anzahl gefunden. Der einzige Befruchtungsversuch, den ich an derselben im vorigen Jahre mit dem Pollen von *H. Pilosella* vorgenommen habe, ist vollständig gelungen, da die erhaltenen 29 Pflanzen sämtlich Bastarde sind.⁵⁾

Ich erlaube mir hier zu bemerken, dass von mir bisher nur eine einzige Form von *H. Pilosella* zu Befruchtungen verwendet wurde. Da ich jedoch

¹⁾ Vergl. S. 1259, Anm. I.

²⁾ Fehlt bei MENDEL, bei PETER und in der Monographie, wo neben wildwachsend gefundenen Pflanzen dieser Kombination (*H. sciadophorum*) nur ein im Münchener Garten spontan entstandener Bastard erwähnt wird.

³⁾ *H. cymigerum*? (N.)

⁴⁾ Vergl. S. 1273 und Anm. 4.

⁵⁾ Fehlt bei MENDEL, „Hieracienbastarde“; *H. cymigerum* + *H. (Pilosella) bruen-nense*.

nicht ganz sicher bin, ob nicht bei der vorjährigen Sendung eine Verwechslung stattgefunden hat, weil ich später zur Zeit der Blüthe wahrnahm, dass eine andere benachbarte *Pilosella*form in das Gebiet meiner Versuchspflanze eingedrungen war, lege ich dieselbe noch einmal bei und zwar mit der Bezeichnung *H. Pilosella* (Brünn)¹⁾. Ob diese Form zu *H. echioides* in irgend einer Beziehung stehe, darüber wage ich keine Meinung auszusprechen, will nur erwähnen, dass dieselbe hier häufig vorkommt und der nächste bekannte Standort des *H. echioides* etwa 5 Meilen entfernt ist. Dort wurde im vorigen Jahre auch die von mir unter der Bezeichnung *H. praealtum* (?)²⁾ eingesendete Pflanze mit *H. echioides* und *H. praealtum* zugleich wachsend angetroffen und damit wohl ausser Zweifel gestellt, dass die Vermuthung, dieselbe gehöre in die Reihe *H. echioides-praealtum*, richtig war. Ein Vergleich mit den Stammarten zeigt sogar, dass dieselbe dem *H. echioides* näher steht.

Ich würde sehr dankbar sein, wenn Sie verehrter Freund mir gelegentlich einmal Ihre Ansicht über das Hieracium No. XII³⁾ mittheilen wollten, da diese Pflanze nächst *H. Auricula* zu den besten Versuchspflanzen gehört, insofern sich davon ziemlich leicht Bastarde in grösserer Anzahl gewinnen lassen. Dieser Umstand ist deshalb von Wichtigkeit, weil es nur bei einer grösseren Anzahl aus gleicher Befruchtung stammender Bastard-Individuen möglich werden kann, die an denselben vorkommenden Abweichungen einer Beurtheilung zu unterziehen.

In der That kamen bis jetzt in allen Fällen Varianten zum Vorscheine, wo aus derselben Befruchtung der Bastard in mehreren Exemplaren erhalten wurde. Die Beobachtung, dass aus der Einwirkung des Pollens der einen Art auf die Ovula einer zweiten von einander abweichende, ja wesentlich verschiedene Formen hervorgehen können, war für mich, ich muss es gestehen, sehr überraschend, und das um so mehr, als ich mich durch Anbau-Versuche überzeugt hatte, dass die Stammeltern im Falle der Selbstbefruchtung nur formbeständige Nachkommen liefern. Ich hatte bei *Pisum* und anderen Pflanzengattungen nur immer uniforme Bastarde gesehen und konnte demnach bei *Hieracium* dasselbe erwarten. Ich darf es Ihnen, geehrter Freund, verrathen, wie sehr ich mich in dieser Beziehung täuschen liess. Schon vor zwei Jahren kam bei mir der Bastard *H. Auricula* + *H. aurantiacum* in zwei Exemplaren zur Blüthe. Bei dem einen davon war die Vaterschaft des *H. aurantiacum* auf den ersten Blick herauszufinden; nicht so bei dem anderen. Dasselbe wurde vielmehr, weil es andere Blätter und eine ganz verschiedene durchaus gelbe Blütenfarbe besass, und es meiner damaligen Meinung nach nur eine Bastardform zwischen den beiden Stammarten geben könne, als zufällige Einschlep-

1) *H. Pilosella* XVII. ssp. 4. *bruennense* der Monographie.

2) *H. setigerum* der Monographie.

3) *H. cymigerum* Rehb. ? (N.)

pung angesehen und bei Seite gestellt. Ich hatte desshalb meiner vorigjährigen Sendung auch nur jenes Exemplar beigelegt, welches in der Blütenfarbe dem *H. aurantiacum* sehr nahe kommt. Erst als später derselbe Bastard aus der 868ger Befruchtung und der Bastard *H. Auricula* + *H. pratense* (*var.*) beide in drei Exemplaren und ebenso vielen Varianten zur Blüthe kamen, war der richtige Sachverhalt nicht mehr zu verkennen.

Da das eingesendete Exemplar von *H. Auricula* + *H. aurantiacum* und ebenso die Stammart *H. Auricula*, wie ich aus Ihrem geschätzten Schreiben ersehe, abgestorben sind, ergänze ich dieselben und lege auch den lange verkannten Bastard-Zwillingsbruder mit der Bezeichnung *H. Auric. + H. aurant.* 868b hinzu. Die drei Exemplare vom vorigen Jahre sind mit 869c, d, e bezeichnet. Der Variant c ist vollkommen fruchtbar.

Von dem Bastarde *H. Auricula* + *H. pratense* (*var.*) ist ein Variant über den Winter eingegangen, ebenso die Stammart *H. pratense*. Letztere war nicht genau das typische *H. pratense*, da sie einige Sternhaare auf den Blättern brachte. Die mir durch Ihre Güte zugekommenen zwei Exemplare sind gleich im ersten Jahre im Garten zu Grunde gegangen; das eine verkümmerte ohne geblüht zu haben, das andere während der Blüthe. Die reine Art habe ich in der Umgebung noch nicht aufgefunden.

Der Bastard *H. No. XII* (*cymigerum* N.) + *H. Pilosella* (Brünn) hat eben abgeblüht. Unter den vorhandenen 29 Exemplaren kommen sehr auffallende Abweichungen vor. Sie stellen zwar sämmtlich Uebergangsformen von einer Stammart zu der andern dar, Niemand würde sie jedoch für Geschwister halten, wenn er sie wild wachsend anträfe. Ich werde die ganze Collection einsenden, sobald nur die Ausläufer hinreichend bewurzelt sind, was in wenigen Wochen der Fall sein dürfte. Auch hoffe ich zu jener Zeit schon über den diesjährigen Hauptversuch mit *H. Auricula* + *H. aurantiacum* referieren zu können, von dem ich wegen der grösseren Anzahl der vorhandenen Exemplare einigen Aufschluss erwarten darf.

Das *Hieracium* No XII (*cymigerum* N.) wurde heuer mit *H. pilosella vulgare* (München) befruchtet und es dürfte im nächsten Jahre der Vergleich der beiden Bastardreihen *H. No XII* + *H. Pilosella* (Brünn) und *H. No XII* + *H. Pilosella vulgare* (München) nicht ohne Interesse sein. Auch wurde schon *H. Auricula* mit *H. Pilosella vulgare* (M.) und *H. Pilosella* (Br.) verbunden, und mit *H. Pilosella niveum* (M.) soll es nächstens geschehen. Von *H. Pilosella incanum* habe ich erst eine Blüthe gesehen, andere kommen hoffentlich nach.

Von dem Bastarde *H. praealtum* (*Bauhini*?) + *H. aurantiacum*¹⁾, von dem ich im vorigen Jahre zwei Exemplare eingesendet habe, werden 25 Pflanzen

¹⁾ *H. magyaricum* + *aurantiacum*.

zur Blüthe kommen. Auch bei diesen sind, so viel bis jetzt ersichtlich ist, Unterschiede vorhanden. Von zwei Exemplaren, die in Töpfen gezogen wurden und längst abgeblüht haben, ist das eine vollkommen fruchtbar, das andere fast steril. Ebenso kömmt in der Bastardreihe *H. Auricula* + *H. aurantiacum* gänzliche Sterilität neben vollkommener Fruchtbarkeit vor.

Von den Bastarden *H. praealtum* (?) (*setigerum* N.) + *H. aurantiacum* und *H. praealtum* (*Bauhini*?) + *H. aurantiacum*¹⁾ ist die zweite Generation zur Blüthe gekommen und ebenso von *H. praealtum* + *H. flagellare* die dritte.²⁾ Auch in diesen Generationen variirten die Nachkommen nicht. Ich kann bei dieser Gelegenheit die Bemerkung nicht unterdrücken, wie sehr es auffallen muss, dass die Bastarde von *Hieracium* in Vergleich mit jenen von *Pisum* ein geradezu entgegengesetztes Verhalten beobachten. Wir haben es hier offenbar nur mit einzelnen Erscheinungen zu thun, die der Ausfluss eines höheren allgemeinen Gesetzes sind.

Will man die Nachkommen jener Bastarde, die nur eine theilweise Fruchtbarkeit besitzen, in ihrer Entwicklung verfolgen, so ist es nothwendig, dass die Blüthen sehr sorgfältig vor der Einwirkung fremden Pollens geschützt werden, da durch den Pollen anderer Pflanzen leicht einzelne Ovula befruchtet werden können, welche sonst wegen der grossen Theils schlechten Beschaffenheit des eigenen Pollens unbefruchtet geblieben wären. Ich sende zugleich einige Doppelbastarde, die von *H. praealtum* (*Bauhini*?) + *H. aurantiacum* stammen, welche Pflanze ich mitten zwischen *H. Pilosella* (Brünn), jedoch entfernt von anderen Hieracien abblühen liess. Diese Bastarde wären demnach als (*H. praealtum* (*Barh.*?) + *H. aurantiacum*) + *H. Pilosella* (Brünn) zu bezeichnen.³⁾ Sie sind in mehrfacher Hinsicht sehr interessante Formen.

Werden an den Blüthen theilweise fruchtbarer Bastarde die Narben mit dem Pollen anderer nicht zu weit abstehender Arten belegt, so bilden sie immer mehr Samen, als wenn sie isolirt gehalten und auf Selbstbefruchtung angewiesen werden; was nur von der Mitwirkung des fremden Pollens herrührt, wie man sich durch den Anbau der Samen leicht überzeugen kann. Bei vollkommen fruchtbaren Bastarden hingegen ist eine ängstliche Absperrung nicht nötig. Versuche mit *H. praealtum*? + *H. aurantiacum* haben gezeigt, dass man fremden Pollen, auch jenen der beiden Stammarten, in Menge auf die Narben auftragen kann, ohne dass die Selbstbefruchtung dadurch gehindert wird. Die Samen gaben sämtlich die ursprüngliche Bastardform.

Ich lege der Sendung noch den Bastard *H. cymosum* (München) + *H. Pilosella* (Brünn) bei. Es ist der einzige Bastard, den ich bis jetzt von *H. cymosum* erhielt, wiewohl ich diese Art schon vielfach zu befruchten suchte.

¹⁾ *H. magyaricum* + *aurantiacum*.

²⁾ die dritte resp. vierte nach heutigem Gebrauch.

³⁾ Fehlt bei MENDEL, Hieracienbastarde; *H. Pilosella brünnense* + (*aurantiacum* + *magyaricum*) = *H. trigenes* bei PETER und in der Monographie.

Bei den Archieracien ist es sehr schwierig die Selbstbefruchtung aufzuhalten. Bis jetzt wurden nur zwei Bastarde erhalten. Die Mutterpflanze des einen ist jene Art mit lichtbraunen Samen, die ich schon einmal getrocknet eingesendet habe¹⁾; der Pollen wurde von einem schmalblättrigen *H. umbellatum* genommen. Bastard und Stammpflanzen liegen bei. Ferner ist unter den heurigen Sämlingen als gelungen zu erkennen die Befruchtung einer Form des *H. vulgatum* ebenfalls mit dem erwähnten *H. umbellatum*. Ich suche vergebens nach einem *Archieracium*, welches ebenso gute Dienste leisten könnte, wie das unter den Piloselloiden bei *H. Auricula* und dem *Hieracium* No XII der Fall ist.

Von den Archieracien, die ich Ihrer besonderen Güte verdanke, sind, bis auf *H. glaucum*, alle dem Versuche unterzogen worden. Es sind folgende: *H. amplexicaule*, *pulmonarioides*, *humile*, *villosum*, *elongatum*, *canescens*, *hispidum*, *Sendtneri*, *picroides*, *albidum*, *prenanthoides*, *tridentatum* und *gothicum*. An *H. amplexicaule* und *H. albidum* sind die künstlich befruchteten Köpfechen jedesmal eingetrocknet. *H. alpinum* besitze ich nicht. Aus den mir gütigst mitgetheilten Samen, welche mit Breslau und München signirt waren, wurde *H. nigrescens* und eine andere Art erhalten, welche jedoch nicht *H. alpinum* ist.

Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass die Archieracien bei mir sämmtlich gut gedeihen. *H. albidum* ist zwar im Topfe etwas empfindlich, namentlich im Winter, erhält sich jedoch im Grunde gut. Dasselbe gilt von den Piloselloiden, jedoch mit Ausnahme von *H. pratense* und *H. Hoppeanum*, welches letzteres gleich im ersten Winter im Topfe und im Grunde abgestorben ist.

Anderweitige Bastardirungs-Versuche konnte ich im vorigen Jahre wegen meines Augenleidens nicht beginnen. Nur ein Experiment schien mir so wichtig, dass ich mich nicht entschliessen konnte, dasselbe auf eine spätere Zeit zu verschieben. Es betrifft die Ansicht NAUDINS²⁾ und DARWINS³⁾, dass zur genügenden Befruchtung eines Ovulum, ein einziges Pollenkorn nicht ausreichend sei. Als Versuchspflanze benützte ich, wie es auch NAUDIN that, *Mirabilis Jalappa*; das Resultat meines Versuches ist jedoch ein völlig anderes. Ich erhielt aus der Befruchtung mit einem einzigen Pollenkorn 18 gut entwickelte Samen und davon ebensoviele Pflanzen, von denen bereits 10 in Blüthe stehen. Die Mehrzahl dieser Pflanzen ist ebenso üppig ausgebildet, als die aus freier Selbstbefruchtung stammenden. Einige wenige Exemplare sind bis jetzt allerdings im Wachsthume etwas zurückgeblieben, allein nach dem Erfolge, den die übrigen aufweisen, kann die Ursache davon doch nur darin zu suchen

¹⁾ *H. barbatum* Tausch.

²⁾ CH. NAUDIN, Nouvelles recherches sur l'hybridité dans des végétaux, Nouvelles Archives du Museum, Tom I. p. 35—37.

³⁾ CH. DARWIN, Animals and Plants under Domestication, Vol. II. p. 356 (cit. n. d. II. Ausgabe).

sein, dass nicht alle Pollenkörner eine gleiche Befruchtungstüchtigkeit besitzen, und dass ferner bei dem in Rede stehenden Versuche die Mitbewerbung anderer Pollenkörner ausgeschlossen war. Wo mehrere concurriren, da dürfen wir annehmen, dass es immer nur dem kräftigsten gelingen wird, die Befruchtung zu vollziehen¹⁾.

Ich will übrigens diese Versuche wiederholen; auch dürfte es sich durch ein Experiment direct nachweisen lassen, ob bei *Mirabilis* zwei oder mehrere Pollenkörner an der Befruchtung eines Eichens theilnehmen können. Nach NAUDIN sollen wenigstens drei erforderlich sein!

Von den Versuchen aus früheren Jahren wurden jene mit *Matthiola annua* und *glabra*²⁾, *Zea*³⁾ und *Mirabilis*⁴⁾ im vorigen Jahre abgeschlossen. Ihre Bastarde verhalten sich genau so, wie jene von *Pisum*. Was DARWIN in dem Werk über „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication“ auf fremde Berichte hin über die Bastarde aus den genannten Gattungen aufgenommen hat, ist in mancher Hinsicht richtig zu stellen.

¹⁾ Die Frage ist inzwischen von mir 1896 bis 1900 eingehend experimentell untersucht worden. (Berichte d. Deutsch. botan. Gesellsch. Band XVIII, S. 422—435. 1900, G. A. 5, 42). Ich habe nachgewiesen, daß die Zahl der erzielten Früchte bei Verwendung von 1 Pollenkorn und 2, 3 und vielen Pollenkörnern dem entspricht, was die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt, wenn bei *Mirabilis Jalapa* auf 1 taugliches Pollenkorn 4 untaugliche und auf 3 taugliche Samenanlagen 1 untaugliche kommen, oder, bei *M. longiflora*, auf 1 taugliches Pollenkorn 3 untaugliche und auf eine taugliche Samenanlage eine untaugliche. Diese Zahlen sind für die männlichen Keimzellen vielleicht zu ungünstig, weil bei der Übertragung einzelne Pollenkörner gelitten haben können; groß ist diese Fehlerquelle gewiß nicht.

Den Größenunterschied der Nachkommen, je nachdem 1 oder viele Pollenkörner zur Verwendung kamen, habe ich exakt durch Wägung sicher gestellt und auf dem auch von MENDEL betretenen Wege, durch den Ausschluß der Konkurrenz bei Verwendung nur eines Pollenkornes, erklärt. Bei mir wie bei MENDEL waren NAUDIN'S und DARWIN'S Angaben die Veranlassung zu den Versuchen.

Übrigens hatte schon KÖLREUTER mit einem Pollenkorn sowohl bei *M. Jalapa* als bei *M. longiflora* Befruchtung erzielt (Vorläuf. Nachricht S. 11. (1761)). Ich erwähne das nur, weil es zeigt, daß MENDEL KÖLREUTER nicht kannte; er hätte sich sonst gewiß auf ihn bezogen.

²⁾ Hier untersuchte MENDEL offenbar nur das Merkmalspaar: behaart — kahl. Meine 1900 veröffentlichten Versuche (Über Levkojenbastarde. Zur Kenntnis der Grenzen der MENDEL'Schen Regeln, Bot. Centr. Blatt, Bd. 84, S. 97 u. f., G. A. 4, 25) haben inzwischen zum gleichen Ergebnis geführt; behaart dominirt dabei über glatt. BATESON u. SAUNDERS (I. Report to the Evolut. Committee 1902) fanden z. T. kompliziertere Verhältnisse.

³⁾ Ist inzwischen von mir eingehend untersucht worden (Bastarde zwischen Maisrasen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Bibliotheca botanica Heft 53, 1901, G. A. 7, 65). Neben typisch mendelnden Eigenschaften fanden sich auch sehr verschiedene, abweichend sich verhaltende. Ich habe die Versuche, wie am genannten Ort in Aussicht gestellt wurde, weitergeführt und werde darüber s. Z. berichten.

⁴⁾ Auch hier kann MENDEL nur wenige Bastarde untersucht haben. Denn wenn auch die Sippen der *M. Jalapa* untereinander Bastarde bilden, die den MENDEL'Schen Regeln folgen, so sind die Verhältnisse z. Th. ganz außerordentlich kompliziert. Eine erste Mitteilung über *Mirabilis*-Bastarde habe ich 1902 gegeben (Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XX, S. 594 u. f., G. A. 11, 315), weitere werden folgen.

Zwei Versuche werden noch fortgeführt. Von *Lychnis diurna* und *L. vespertina* ist der Bastard in etwa 200 uniformen Exemplaren¹⁾ vorhanden. Die erste²⁾ Generation dürfte im August zur Blüthe kommen.

Der Farbenversuch mit *Matthiola*³⁾ dauert nun schon ins 6te Jahr und wird sich vermuthlich noch durch einige Jahre hinausziehen. Nach den bereits erlangten Daten hoffe ich der Sache endlich doch auf den Grund zu kommen. Der Mangel einer verlässlichen Farbenskala war den Versuchen sehr hinderlich. Ich hatte zwar ein Sortiment von *Matthiola annua* in 36 benannten Farben von Erfurt kommen lassen, dasselbe erwies sich jedoch für meine Zwecke als unzureichend. Diesem Versuche habe ich meine ganz besondere Zuneigung geschenkt, und will mir auch erlauben, einiges darüber mitzuthemen, sobald nur die Musterung meiner 1500 Zöglinge aus der heurigen Cultur vorüber ist³⁾. Es soll gleichzeitig mit der Übersendung der Bastardreihe *H. No XII + H. Pilosella* geschehen.

Indem ich Ihnen, verehrtester Freund nochmals für die gütige Sendung danke, zeichne ich mich zugleich mit dem Ausdrücke der vorzüglichsten Hochschätzung als

Ihren ganz ergebenen

Brünn am 3. Juli 870

GR. MENDEL

Am 27. September 1870 schrieb MENDEL nochmals an NÄGELI und sandte gleichzeitig die Bastarde von *H. cymigerum* und *H. Pilosella bruennense*.

IX.

Bericht über *H. Auricula + H. aurantiacum* und andere Hieracienbastarde. — Wiederholung des Versuches, *Mirabilis Jalapa* mit einem Pollenkorn zu bestäuben. — Können zwei Pollenkörner gemeinschaftlich an der Befruchtung teilnehmen? — Schwierigkeiten bei *Matthiola annua*. — Verhält sich die Geschlechtsdifferenz wie ein Merkmal der Erbsenrassen? (*Lychnis diurna + L. vespertina*.)

Hochgeschätzter Herr und Freund!

Mit diesem Schreiben zugleich sende ich die versprochenen 29 Bastarde von *H. No XII (H. cymigerum) + H. Pilosella* (Var. von Brünn). Das mit No. XII bezeichnete (schon eingesendete) *Hieracium* ist für mich noch immer eine räthselhafte Form: sollte es etwa das *H. poliotrichum* Wim.⁴⁾ sein?

¹⁾ Ähnlich fand DE VRIES (Die Mutationstheorie, Bd. II, S. 153, 1902) diesen viel untersuchten Bastard (= *Melandrium rubrum + M. album*), während ich merkliche Schwankungen im Ausmaß des Rotes der Blüten konstatierte (Berichte d. Deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXI, S. 145, G. A. 12, 340), und BATESON und SAUNDERS sogar eine volle Übergangsreihe vom Rot der *L. diurna* zum blasssten Rosa beobachteten (I. Report, p. 15, 1902).

²⁾ Die zweite nach der jetzt üblichen Zählweise.

³⁾ Vergleiche hierzu vor allem verschiedene Arbeiten von E. TSCHERMAK: Der gegenwärtige Stand der MENDELSchen Lehre und die Arbeiten von W. BATESON (Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich 1902) und die folgenden Publikationen, bis zur jüngsten: Weitere Kreuzungsstudien an Erbsen, Levkojen u. Bohnen (ebenda, 1904).

⁴⁾ *H. cymigerum* Rehb.? (N.)

Von dem Bastarde *H. Auricula* + *H. aurantiacum* haben 84 Exemplare geblüht, einige sind abgestorben, andere noch nicht zur Blüthe gekommen. Die Abweichungen unter denselben sind sehr beträchtlich. Jedes Bastard-Merkmal erscheint in einer gewissen Anzahl von Varianten, welche Uebergänge von einem Stamm-Merkmal zu dem anderen darstellen. Es scheint, dass die Varianten der verschiedenen Merkmale mit einander in allen möglichen Verbindungen auftreten können. Das letztere wird dadurch wahrscheinlich, dass an den vorhandenen Bastardpflanzen die Anordnung der Merkmal-Varianten eine ausserordentlich mannigfaltige und kaum in zwei Fällen eine völlig gleiche ist. Bei der grossen Anzahl von Differenzen, welche zwischen *H. Auricula* und *H. aurantiacum* vorhanden sind, müssten sich für den Bastard viele Hunderte möglicher Formen ergeben, falls diese Vermuthung richtig wäre. Für so weit abstehende Stammarten ist die Anzahl der beobachteten Bastardformen zu gering, um den wirklichen Sachverhalt herauszufinden. Leichter dürfte es mit dem Bastarde *H. Auricula* + *H. Pilosella vulgare* gelingen, von dem ich im nächsten Jahre bei 200 Pflanzen zu erhalten hoffe. Auch *H. Auricula* + *H. Pilosella niveum* und *H. Auricula* + *H. Pilosella* var. von Brünn werden gut vertreten sein. *H. Pilosella incanum*¹⁾ ist ganz steril, auch konnte mit dem Pollen desselben *H. Auricula* nicht befruchtet werden.

Ich will noch erwähnen, dass von den Bastardformen *H. Auricula* + *H. aurantiacum* etwa der vierte Theil als vollkommen fruchtbar, die Hälfte als theilweise und ein Viertel als ganz unfruchtbar zu bezeichnen ist. Der Grad der Fruchtbarkeit erscheint als unabhängig von der Form des Bastardes.

Sollte es, verehrter Freund, Ihrem Wunsche entsprechen, so würde ich im nächsten Frühjahr die ganze Collection einsenden.

Von den heurigen Archieracien-Sämlingen ist bei der anhaltend kalten und regnerischen Witterung nur ein sehr kleiner Theil zur Blüthe gekommen, von *H. humile*, das ich vorzüglich als Versuchspflanze benützte, bis jetzt kein einziges Exemplar. Auch die Sämlinge des schon zugesendeten Bastardes *H.?*²⁾ — *H. umbellatum* blühen noch nicht, dürften jedoch, wenn der Herbst günstig wäre, zur Blüthe gelangen. Bis jetzt ist unter denselben kein Unterschied wahrnehmbar. Die fragliche Stammart möchte ich am liebsten bei *H. racemosum*³⁾ unterbringen, wenn nur nicht die blassbraune Samenfarbe, die sich bis jetzt als beständig erwiesen hat, vorhanden wäre.

Der Versuch zur Lösung der Frage, ob ein einziges Pollenkorn zur Befruchtung ausreiche, wurde an *Mirabilis Jalapa* wiederholt, mit demselben Erfolge, wie im verflossenen Jahre. Die aus vorigjähriger Befruchtung mit einem einzigen Pollenkorne stammenden Pflanzen sind von den aus Selbst-

¹⁾ Vergl. Anm. 2 auf S. 1266.

²⁾ *H. barbatum* (N.).

³⁾ *H. barbatum* TAUSCH und *H. racemosum* W. K. werden als identisch angegeben. Die Hieracienmonographie stockt seit NÄGELIS 1891 erfolgtem Tode.

befruchtung herrührenden in keiner Weise zu unterscheiden.¹⁾ Anfänglich schien es, als ob einzelne Pflanzen in der Entwicklung zurückbleiben wollten, sie haben jedoch das Versäumte später vollständig nachgeholt.

Um zu erfahren, ob auch zwei Pollenkörner gemeinschaftlich an der Befruchtung Theil nehmen können, ist ein anderer Versuch an *Mirabilis J.* im Gange. Wie ich aus Erfahrung weiss, sind die Varietäten mit karmoisinrother, gelber und weisser Blütenfarbe aus Samen beständig, und die unmittelbar aus der Kreuzung hervorgegangenen Bastarde *Karmoisin + Gelb* und *Karmoisin + Weiss* variiren nicht in der ihnen eigenthümlichen Färbung. Beide Befruchtungen gelingen gleich leicht und es scheint ein Unterschied in der sexuellen Verwandtschaft nicht vorhanden zu sein. An der karmoisinrothen Varietät wurde eine grössere Anzahl von Befruchtungen in der Weise vorgenommen, dass die Narben gleichzeitig mit zwei Pollenkörnern belegt wurden, und zwar mit einem von der gelben und einem von der weissen Varietät. Da die Blumenfarben von *Karmoisin + Gelb* und *Karmoisin + Weiss* bekannt sind, muss es sich im nächsten Jahre zeigen, ob nebst den beiden Bastardfarben noch eine dritte Färbung erscheint, welche aus dem Zusammenwirken der beiden Pollenkörner erklärbar wäre.²⁾

Im letzteren Falle müsste auch die Entwicklung der Nachkommen eine andere sein, als bei den beiden einfachen Farbenbastarden, welche sich wie *Pisum* verhalten und von denen die erste Generation zur Hälfte wieder die Bastardfarbe bringt, während die andere Hälfte zu gleichen Theilen die beiden Stammfarben erhält und in den nächsten Generationen nicht variirt. Jene Nachkommen des Bastardes *Karmoisin + Gelb*, welche in der ersten Generation³⁾ die Stammfarben erhielten, haben sich auch in der zweiten Generation aus Samen als ganz farbenbeständig erwiesen. Beide Farben erscheinen so rein, als ob sie niemals hybrid verbunden gewesen wären.⁴⁾ DARWIN und VIRCHOW haben auf den hohen Grad von Selbständigkeit hingewiesen, welche einzelnen Charakteren und ganzen Charaktergruppen an Thieren und Pflanzen zukommt. Einen wichtigen Beleg für die Richtigkeit dieser Ansicht liefert unstreitig das Verhalten der Pflanzenbastarde.

¹⁾ Vergl. S. 1271. So urtheilte ich auch, ehe ich die Wägungen angestellt hatte.

²⁾ Weitere Nachrichten fehlen. Wie dieser Versuch ausfallen muß, wissen wir heutzutage im voraus. Einen ähnlichen Versuch hatte ich 1899 gemacht, um die Frage zu entscheiden, ob bei *Mirabilis Jalapa* — die in hohem Grade selbstfertil ist — der eigene Pollen doch am Ende hinter fremdem zurücktritt. Es wurden an einem Stock der *var. alba* die Narben einer Anzahl kastrierter Blüten mit je 2 Pollenkörnern belegt, mit einem aus derselben Blüte und einem eines bestimmten Individuums der *var. rubra*. Die Aussaat der so erzielten Körner zeigte, daß etwa in der Hälfte der Fälle (8 mal) Selbstbefruchtung, in der Hälfte (7 mal) Fremdbefruchtung eingetreten war. Selbstbestäubung und Fremdbestäubung sind also etwa gleichwertig.

³⁾ In der zweiten Generation nach heutigem Gebrauch.

⁴⁾ Diesen Bastard habe auch ich gemacht, bei ihm kann in das Karmoisin der einen Stammart Gelb gemischt sein; die Nachkommenschaft spaltet typisch.

Die Farben-Versuche mit *Matthiola annua*¹⁾ haben auch im heurigen Jahre trotz der grossen Anzahl von Versuchspflanzen nur geringe Fortschritte gemacht. Nach den bisherigen Erfahrungen ist eine Uebereinstimmung mit *Pisum* wahrscheinlich. Schwierigkeiten verursachen gewisse Erscheinungen, welche sich auf die Intensität der Färbungen beziehen. Oefter erscheint statt der erwarteten Farbstoffe eine, wenn ich mich so ausdrücken darf, höhere oder tiefere Farben-Octav, oder beide zugleich, und zwar nicht an einem oder dem anderen, sondern an einer ganzen Reihe von Exemplaren. Dadurch wird das Sortieren sehr unsicher, weil es leicht geschieht, dass dabei das Zusammengehörige getrennt oder der umgekehrte Fehler begangen wird. Man erhält dann für die verschiedenen Farben-Varianten Zahlen, welche für die Ableitung einer Entwicklungsformel unbrauchbar sind. Es wurden heuer neue Versuchspflanzen aufgenommen, vielleicht gelingt es, mit diesen einfachere Reihen zu erhalten.

Schliesslich erlaube ich mir noch ein Curiosum mitzutheilen, welches das Zahlenverhältnis betrifft, in welchem die männlichen und weiblichen Pflanzen des Bastardes *Lychnis diurna* + *L. vespertina* vorkommen²⁾. Ich hatte drei Blüten der *L. diurna* befruchtet und die Samen aus jeder Kapsel getrennt angebaut. Es gab:

Kapsel	I.	74 Pflanzen,	54 weibliche,	20 männliche
„	II.	58	„ 43	„ 15
„	III.	71	„ 54	„ 17
		203	151	52

Ist es blos Zufall, dass hier die männlichen Pflanzen in dem Verhältnisse 52 : 203 oder 1 : 4 vorkommen, oder hat dieses Verhältniss dieselbe Bedeutung wie in der ersten Generation der Bastarde mit veränderlichen Nachkommen? Ich möchte das Letztere bezweifeln, schon wegen der sonderbaren Folgerungen, die sich aus diesem Falle ergeben würden. Andererseits lässt sich die Frage nicht so leicht von der Hand weisen, wenn man erwägt, dass die Anlage für die functionsfähige Entwicklung entweder blos des Stempels, oder nur der Staubgefässe schon in der Organisation der Grundzellen ausgesprochen sein musste, aus welchen die Pflanzen hervorgegangen sind, und dass dieser Unterschied in den Grundzellen möglicherweise davon herrühren könnte, dass die Eichen sowohl, als auch die Pollenzellen in Bezug auf die geschlechtliche Anlage verschieden waren. Ich will die Sache deshalb doch nicht ganz fallen lassen.

Indem ich mich, verehrter Herr und Freund, Ihrem geschätzten Wohlwollen bestens empfehle, zeichne ich mich mit dem Ausdrücke der vorzüglichsten Hochachtung als Ihren

ganz ergebenen

Brünn am 27. September 870

GR. MENDEL

¹⁾ Vergl. d. Anm. 2 auf S. 1238.

²⁾ *Melandrium rubrum* + *M. album*. Vergl. den Zusatz auf S. 1285.

NÄGELI antwortete hierauf erst am 30. Mai 1871, indem er die Verzögerung mit dem Krieg entschuldigte, seine Teilnahme wegen des Augenleidens aussprach, Vorschläge zu einer bequemeren Kastration der Hieracienblüten (Benetzen mit Wasser) machte, endlich die Namen der fraglichen Hieracien (*H. cinereum* (später *setigerum*) und *H. barbatum*) angab, auch seine Photographie übersandte.

Am 2. April 1873 schrieb NÄGELI wieder.

Der nächste und zugleich letzte Brief MENDELS datiert vom 18. November 1873. Den zu Anfang erwähnten Brief aus dem Frühjahr desselben Jahres hat NÄGELI nicht erhalten, wie er in einer Notiz zu seiner Antwort vom 23. Juni 1874 ausdrücklich hervorhebt. Der Anfang dieses letzten Briefes erklärt auch das Schweigen MENDELS im Jahre 1872.

X.

Begleitende Bemerkungen zu der letzten Sendung von Hieracienbastarden. — Konstante Nachkommenschaft der Hieracienbastarde. — Versuchte Rückbastardierung mit den Stammeltern und ihr Ergebnis. Vergebliche Kastrationsversuche, ihre Ursache. — Arten, von denen zahlreiche Bastarde erwiesen sind, altersschwach?

Brünn 18/11/873

Hochgeehrter Herr und Freund!

Trotz des besten Willens war ich nicht im Stande, meine im Frühjahr gegebene Zusage einzuhalten. Die Hieracien sind auch heuer wieder verblüht, ohne dass ich ihnen mehr, als einen oder den anderen flüchtigen Besuch schenken konnte. Ich fühle mich wahrhaft unglücklich, dass ich meine Pflanzen und Bienen so gänzlich vernachlässigen muss. Da ich jetzt einige Zeit gewinne, und nicht wissen kann, ob ich im nächsten Frühjahre in der gleichen Lage sein werde, sende ich Ihnen heute einiges aus meinen letzten Versuchen von 870 und 871. Sollten sich wegen der späten Jahreszeit die Pflanzen nicht mehr im freien Grunde unterbringen lassen, so könnten sie, in mässig feuchte Erde oder Sand eingeschlagen, an einer lichten Stelle des Kalthauses leicht überwintert werden.

Ich sende Ihnen:

1. *H. praealtum* (München) + *H. Pilosella incanum* (München)¹⁾
(*obscurum* N.) (*velutinum* N.)
2. *H. Auricula* + *H. Pilosella vulgare* (München)²⁾
3. *H. Auricula* + *H. Pilosella vulgare* (Brünn)
(*bruennense* N.)³⁾
4. *H. Auricula* + *H. Pilosella niveum* (München)
(*tardiusculum* N.)⁴⁾
5. *H. Auricula* + *H. aurantiacum* (Brünn)⁵⁾.

¹⁾ Fehlt bei PETER, offenbar bald eingegangen.

²⁾ *H. Auricula* 1. *episolum* + *H. Pilosella vulgare* a *genuinum* I *normale* = *H. melanochlorum* und *H. oligotrichum* bei PETER und in der Monographie.

³⁾ Vergl. S. 1262 Anm. 1.

⁴⁾ Später *H. tardans* und der Bastard *H. Auricula* + *H. tardans* = *H. tardiusculum* bei PETER und in der Monographie.

⁵⁾ Vergl. S. 1262 Anm. 3.

Bei den nachfolgenden Notizen musste ich mich auf die Aufzeichnungen von 87I verlassen.

- ad 1. 1¹⁾ Bastard, ganz unfruchtbar.
 ad 2. 84 Bastarde, alle unfruchtbar, kaum ein Unterschied.
 ad 3. 25 do. alle fruchtbar, alle gleich.
 ad 4. 35 „ alle unfruchtbar, alle gleich.
 ad 5. circa 90 „ zum Theile fruchtbar, sehr verschieden.

Bei 1—4 ist der Blütenstand sehr oft einfach, wie bei der Stammart *H. Pilosella*.

Die nach dem Copulationszeichen + angesetzte Benennung bezieht sich in allen Fällen auf jene Art, von welcher der Pollen genommen wurde. Es hat demnach das Zeichen + die Bedeutung: befruchtet mit dem Pollen von . . .

Die zu jeder Nummer gehörigen Bastarde wurden auf abgesonderte Beete ausgesetzt und konnten sich gegenseitig durch Stolonenwucherung nicht stören, dafür aber sind die zusammengehörigen auf demselben Beete stehenden während der Zeit, wo sie ohne Aufsicht und Pflege blieben, so sehr durch einander gewachsen, dass das Sortiren schwierig, zum Theile unmöglich ist. Zur Sendung habe ich nur Exemplare gewählt, von denen ich mit einiger Sicherheit annehmen konnte, dass jedes davon von einem anderen Bastard-Sämling herrührt. Nur bei No. 5 (*H. Auricula* + *H. aurantiacum*) war eine Trennung nicht mehr möglich, da bei diesem Bastarde ausserordentlich luxurirende Individuen vorkommen, welche das Beet wie mit einem Teppich überziehn. Von diesem Bastarde sende ich Pflanzen von drei vollkommen fruchtbaren Varianten, welche ich gleich im ersten Sommer, nachdem sie ihre Samen ausgereift hatten, ausheben und zu einem weiteren Versuche auf ein separirtes Beet übersetzen liess. Zwei davon, welche dem *H. aurantiacum* näher stehen, sind auch auf dem neuen Standorte durch einander gewachsen und konnten nicht mit Sicherheit unterschieden werden. Pflanzen, wie ich hoffe von beiden, befinden sich unter No. 5 in dem mit a bezeichneten Umschlage. Der Umschlag b enthält Pflanzen des 3ten Varianten, welcher der Stammart *H. Auricula* näher steht.

Da die eben genannten drei Bastard-Varianten sich als vollkommen fruchtbar zeigten, sollten sie zu Versuchen über die weiteren Generationen dienen, welche Versuche aber nicht mehr zur Ausführung kamen. Es ist wohl als ziemlich sicher anzunehmen, dass die aus der Selbstbefruchtung dieser Varianten hervorgehende Descendenz nicht einer gleichen Variirung unterliegen werde, wie es bei den ursprünglichen Bastarden selbst der Fall ist. Die Pflanzen wenigstens, welche zur Probe aus jenen Samen gezogen wurden, welche im Jahre 870 von diesen Varianten im Freien, ohne allen Schutz und mitten unter den übrigen Bastarden gebildet wurden, variirten nicht, sie stimmten mit den

¹⁾ Hinter den Zahlen stehen im Original Punkte, jedenfalls nur versehentlich.

Mutterpflanzen ohne Ausnahme überein. Auch *H. aurantiacum* blühten in der Nähe und zu gleicher Zeit mit den genannten Bastard-Varianten, ohne dass eine Einwirkung ihres Pollens ersichtlich wurde.

GÄRTNER hat die Präpotenz des stammelterlichen Pollens über den Pollen der Bastarde bei verschiedenen Gewächsen nachgewiesen. Für *Hieracium* habe ich einen einzigen Versuch angestellt, dessen Resultat, wenn es auch vereinzelt dasteht, doch eine kurze Mittheilung zu verdienen scheint. Als Versuchspflanze wurde der Bastard *H. praealtum* + *H. aurantiacum*¹⁾ benützt, welcher nur theilweise fruchtbar ist, sodass an jedem Köpfchen nur etwa der dritte oder vierte Theil der Blüthen gute Samen entwickelt.

Die Versuchspflanze wurde im Topfe am Fenster gezogen. Nachdem einige Köpfchen abgeblüht hatten, wurden alle blühenden entfernt und von jenen mit noch geschlossenen Blüthen nur zwei für den Versuch ausgewählt. Sobald sich an diesen die ersten Blüthchen öffneten, wurden die aus dem Antheren-Röhrchen hervortretenden Narben sogleich und ausgiebig mit Pollen von *H. aurantiacum* belegt, und so wurde durch drei oder vier Tage fortgefahren, bis alle Blüthchen geöffnet und alle Narben belegt waren. Zur Zeit der Reife zeigte es sich, dass jedes von den beiden künstlich befruchteten Köpfchen bedeutend mehr Samen gebildet hatte, als die übrigen, welche der Selbstbefruchtung überlassen waren. Von letzteren wurden die Samen abgezählt und die auf ein Köpfchen entfallende Durchschnittszahl bestimmt.

Im folgenden Jahre wurden aus den Samen der künstlich befruchteten beiden Köpfchen zweierlei Pflanzen erhalten, solche nämlich, welche mit der Bastard-Mutterpflanze ganz übereinstimmten, und andere, welche dem *H. aurantiacum* um vieles näher standen. Der numerische Vergleich ergab ferner, dass die Anzahl jener Sämlinge, welche sich von der Bastard-Mutter nicht entfernt hatten, somit aus Selbstbefruchtung hervorgegangen waren, fast genau so gross war, als sie nach dem gefundenen Durchschnitte hätte sein sollen, wenn die beiden Köpfchen ausschliesslich der Selbstbefruchtung überlassen geblieben wären.

Der Pollen von *H. aurantiacum* war demnach nur in solchen Blüthchen wirksam, die ohne seine Dazwischenkunft steril geblieben wären, den Bastard-Pollen konnte er jedoch nicht verdrängen.

Es sei hier ausdrücklich bemerkt, dass ich diesem Versuche, der übrigens leicht durchzuführen ist, die möglichste Aufmerksamkeit schenkte, dass ich die Zeit von 7—9 Uhr Morgens, wo täglich eine neue Zone von Blüthchen vom Rande aus gegen die Mitte der Scheibe hin sich öffnete, nie versäumt habe, und auf die Narbe ganz frischer Pollen von *H. aurantiacum* übertragen wurde, sobald sie nur zum Vorscheine kam.

¹⁾ *H. monasteriale*? (N.), wahrscheinlicher *H. calomastix*, vergl. S. 1259 Anm. 2.

Ich bin weit entfernt, das Resultat dieses Versuches in dem Sinne zu deuten, als hätte GÄRTNER Unrecht, wenn er behauptet, der Pollen des Bastardes bleibe bei Concurrenz des stammelterlichen Pollens wirkungslos¹⁾. Aus diesem Versuche lässt sich kein Beweis für das Gegentheil ableiten, es muss sich vielmehr in dem eigenthümlichen Baue der Blüthchen und dem Verhalten der Befruchtungsorgane für die Ausnahme, welche *Hieracium* in dieser Hinsicht zu machen scheint, eine ganz natürliche Erklärung finden²⁾.

Ich vermute, dass bei diesem Genus jede freie Concurrenz ausgeschlossen bleibt, so lange der eigene Pollen gut entwickelt und befruchtungsfähig ist, weil in diesem Falle der fremde Pollen immer zu spät und schon aus diesem Grunde nur erfolglos in Mitbewerbung treten kann. Wie ich mich oft zu überzeugen Gelegenheit hatte, öffnen sich bei *Hieracium* die Antheren schon in der Knospe und theilen den Pollen der von ihnen enge umschlossenen Narbe mit, so dass dann letztere während des Aufblühens schon mit Pollen bedeckt aus dem Röhrchen hervortritt. Vielmal habe ich an *H. aurantiacum*, *H. murorum* u. a. einen vollen Tag vor dem Aufblühen das Antheren-Röhrchen am Grunde behutsam abgelöst und über den Griffel weggezogen, ohne dasselbe auf der Seite aufzuschlitzen, auch sonst alle mögliche Vorsicht angewendet, dann die Narbe mit dem fremden zur Befruchtung bestimmten Pollen wiederholt belegt, und dennoch aus den erhaltenen Samen niemals etwas anderes gezogen, als *H. aurantiacum*, *H. murorum*.

Auf diese Erfahrungen hin halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass eine Befruchtung durch fremden Pollen nur dann eintreten kann, wenn der eigene fehlschlägt, während die Empfänglichkeit des Eichens erhalten bleibt; was bei diesem Genus nicht selten der Fall zu sein scheint.

Es ist bekannt, dass ungünstige Aenderungen in den vitalen Verhältnissen bei Menschen und Thieren eine verminderte Fortpflanzung, somit eine geschlechtliche Schwächung, auch gänzliche Sterilität zur Folge haben können; wobei der männliche Antheil immer zuerst leidet (wie bei Thieren in der Gefangenschaft). Bei Pflanzen dürfte es nicht anders sein. *H. Pilosella incanum*³⁾ vermag sich dem hiesigen Klima nicht gut anzupassen. Die Luft scheint dieser Pflanze hier im Sommer zu trocken, vielleicht auch zu warm zu sein. Im Jahre 870 waren die Mai- und Juni-Blüthen ganz steril, im folgenden Jahre von theilweiser Fruchtbarkeit, die gegen den Herbst erschienenen einzelnen Köpfchen aber vollkommen fruchtbar. Vermuthlich lag bei den Sommerblüthen die Ursache der Sterilität in der schlechten Beschaffenheit des eigenen Pollens, da es mir auch nicht gelingen wollte, mit demselben *H. Auricula* zu

¹⁾ Es bezieht sich das natürlich nur auf Bastarde zwischen entfernt stehenden Sippen.

²⁾ Zu damaliger Zeit war eben die Parthenogenesis (sens. lat.) eine zwar sicher-gestellte (*Caelebogyne*, *Chara crinita*), aber so seltene Erscheinung, daß es begreiflich er-scheint, daß weder MENDEL noch NÄGELI an sie dachten.

³⁾ *H. P. velutinum* HEER u. HEG. der Monographie.

befruchten, während zu derselben Zeit die Befruchtung mit dem Pollen der übrigen *Pilosella*-Varietäten keine Schwierigkeit hatte. Gegen Ende August jedoch gelang eine Befruchtung mit dem Pollen des *H. Pilosella incanum*. Auch GÄRTNER hat aus seinen Versuchen die Ueberzeugung gewonnen, dass das männliche Prinzip (wie er sich ausdrückt) immer zuerst afficirt wird.¹⁾

Verhielte sich die Sache wirklich so, dann wäre die freiwillige Bastardbildung bei *Hieracium* auf Rechnung temporärer Störungen zu setzen, welche, wenn sie sich oft wiederholen oder bleibend würden, schliesslich das Verschwinden der betroffenen Art selbst zur Folge haben müssten, während es einem oder dem anderen glücklicher organisierten Bastard-Nachkommen, dem die eben bestehenden tellurischen und kosmischen Verhältnisse zusagen, gelingen könnte, den Kampf ums Dasein mit Erfolg aufzunehmen und durch lange Zeiträume fortzuführen, bis auch ihn endlich ein gleiches Schicksal ereilt.

Ich möchte die Arten, von denen zahlreiche Bastarde erwiesen sind, für altersschwach halten oder doch annehmen, dass dieselben ihre Lebenshöhe weit überschritten haben (*H. Auricula*, *H. praealtum*).

Über den Erfolg der durch Prof. NIESSL eingeleiteten Sammlung mährischer Hieracien-Bastarde kann ich noch nicht Bericht erstatten. Die Sendungen von den auswärtigen Mitgliedern des Vereines werden erst im Verlaufe des Winters erwartet.

Mit dem Ausdrucke der vorzüglichsten Hochachtung und Verehrung zeichne ich mich als

Ihren ganz ergebenen

GR. MENDEL.

NÄGELI hat dann noch am 23. Juni 1874 und im Jahre 1875 an MENDEL geschrieben, z. T. sehr eingehend, aber keine Antwort mehr erhalten. Er wollte z. B. wissen, ob die vielköpfigen Bastarde auch neben der gleichen Mutter stets den gleichen Vater gehabt hätten.

Zusätze des Herausgebers.

Zusatz zu S. 1235.

(Hieracienbastarde.)

Seit der außerordentlich wichtigen Entdeckung C. OSTENFELDS und C. RAUNKIÄRS²⁾, die inzwischen auch von anderer Seite bestätigt worden

¹⁾ Ausnahmen dieser Regel hat schon W. O. FOCKE (Pflanzenmischlinge, S. 480) angegeben. Einen typischen Fall habe ich selbst beobachtet: *Polemonium flavum* + *P. coeruleum*, *f. alba* und *f. typica*, von denen ich zahlreiche Exemplare besaß, gaben weder spontan noch künstlich befruchtet eine Nachkommenschaft, während ihr Pollen die Stammeltern, wenn auch nur selten, befruchten konnte.

²⁾ C. H. OSTENFELD og C. RAUNKIÄR, *Kastrerings forsørg med Hieracium og andre Cichorieae*. Botanisk Tidsskrift 25. Band, 3 Hefte, 1903. Ferner C. OSTENFELD, Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXII S. 376. 1904.

ist¹⁾, daß sicher kastrierte Hieracienblüten keimfähige Früchtchen tragen, daß also in dieser Gattung die Keimbildung auf parthenogenetischem Wege (im alten, weiteren Sinne genommen) erfolgen kann²⁾, sind die Hieracienbastarde schnell in Mißkredit gekommen, daß man sie schon mit Gänsefüßchen verziert und daran denkt, sie als Mutanten zu erklären. Das hätte schon ein aufmerksames Studium der kurzen Veröffentlichung MENDELS über seine Bastarde unmöglich machen müssen; die vorliegenden Briefe werden den letzten Zweifel daran zerstreuen, daß MENDEL bei seinen Versuchen wirklich Bastarde gewonnen hat. Um ihre Existenz festzustellen, braucht niemand neue Versuche zu machen³⁾.

Während MENDEL selbst 6 Bastarde veröffentlichte, und PETER weitere 4 behandelt, ist nach dem Verzeichnis auf S. 1291 u. f. die Zahl der unzweifelhaften, von MENDEL selbst dargestellten Bastarde 21; auch 2 Archieracienbastarde sind darunter. Während MENDEL anfangs nur 1—3 Exemplare von jedem seiner 6 Bastarde besaß, konnte er später von einzelnen Verbindungen gegen 100, bei *H. Auricula* + *H. Pilosella* sogar gegen 200 Individuen vergleichen. Sie sind aber, das ist nicht zu vergessen, das Resultat einer ganz außerordentlichen Arbeit, die nicht so leicht jemand wiederholen wird! Was der Kunst des Experimentators gelang, wird natürlich auch im Freien den Pollen übertragenden Insekten hie und da gelingen. Es muß also auch spontane Hieracienbastarde geben.

Umgekehrt wissen wir nun durch die Versuche OSTENFELDS und RAUNKIÄRS, warum MENDEL diese außerordentliche Mühe aufwenden mußte, warum er bei einigen Hieracienarten auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten stieß und bei andern trotz allen Anstrengungen kein Resultat erhielt. Die Archieracien scheinen noch ausschließlicher parthenogenetisch zu sein, als die Piloselloiden⁴⁾. Aber auch bei diesen läßt sich aus MENDELS Versuchen nach dem Grad, in dem die Fähigkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung erhalten geblieben ist, eine Reihe bilden, die mit dem stets versagenden *H. aurantiacum* anfängt, in der dann *H. Pilosella* und *H. cymosum* folgen, weiter *H. praealtum*,

¹⁾ H. ZAHN (s. unten), J. B. OVERTON, nach STRASBURGER, Die Apogamie der Eualchimillen etc. (Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. 41, S. 117).

²⁾ Daß der Embryo aus einer Eizelle gebildet wird, wie zu erwarten war, hat inzwischen S. MURBECK gezeigt (Parthenogenese bei den Gattungen *Taraxacum* und *Hieracium* Botan. Notiser 1904, Häft 6, d. 16. dec.)

³⁾ Sehr energisch hat sich jüngst vom Standpunkt des Systematikers aus H. ZAHN für die Hieracienbastarde gewehrt (Allgemeine botanische Zeitschrift von A. Kneucker, Nov. 1904). Inzwischen hat auch OSTENFELD selbst über einen Bastard zwischen *H. Pilosella* und *H. aurantiacum* berichtet, den er in einem Exemplar erhalten hat. (Weitere Beiträge zur Fruchtentwicklung bei der Gattung *Hieracium*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXII, S. 537 (1904).)

⁴⁾ Ein Verzeichnis der von NÄGELI stammenden und von MENDEL geprüften Archieracien findet sich S. 1271; es kommen dazu jene, die MENDEL schon besaß (*H. barbatum*, *H. murorum*, *H. vulgatum*, *H. umbellatum* und gewiß noch andere).

und die mit *H. cymigerum* und *H. Auricula* schließt, die „vollkommen verläßlich“ sind. Damit sind die besten Objekte für Versuche mit der einen oder anderen Fragestellung schon gegeben.

Sicher ist, daß auch bei jenen Formen, die ganz parthenogenetisch geworden sind (*H. aurantiacum*), der Pollen (nicht ganz) untauglich geworden ist. Wenn er künstlich nicht zur Schlauchbildung zu bringen war, so will das nicht viel sagen. Alle meine Bemühungen, den Pollen von *Mirabilis* zum Keimen zu bringen, sind z. B. auch fehlgeschlagen, obwohl diese Gattung normal sexuell ist.

Die Hieracien können also zum Teil sowohl parthenogenetisch als auch nach einer Befruchtung keimfähige Früchtchen ausbilden. Die nächste Frage ist die, ob dieselben Eizellen zu beidem tauglich sind, oder ob die einen für die parthenogenetische Entwicklung — etwa durch den Ausfall der Reduktionsteilung — vorgebildet sind, und die andern für die Befruchtung — nach Ausführung der Reduktionsteilung. Nachdem, was wir durch J. B. OVERTON¹⁾ von *Thalictrum purpurascens* wissen, wäre das gut möglich. Eine Entscheidung werden erst neue Versuche bringen können. Für die zweite Annahme kann eine Beobachtung MENDELS angeführt werden, nach der ein Hieracienköpfchen, das durch Parthenogenesis („Selbstbestäubung“ bei MENDEL) *a* keimfähige Früchtchen hervorbringt, nach möglichst frühzeitiger Belegung aller Narben mit fremdem Pollen *a + b* keimfähige Früchtchen bringt, von den *a* die Mutterpflanze, *b* den Bastard geben (S. 1270 und vor allem S. 1278)²⁾. Ein einfacher Versuch mit *H. Auricula* kann die definitive Entscheidung bringen. Wenn nach der Kastration alle Fruchtknoten eines Köpfchens keimfähige Früchtchen geben, muß dieselbe Eizelle im stande sein, sich parthenogenetisch und nach normaler Befruchtung zu entwickeln; denn daß hier normale Befruchtung möglich ist, geht aus MENDELS Versuchen sicher hervor.³⁾

Auffallend ist, wenn Apogamie im Sinne STRASBURGERS⁴⁾ vorliegt, daß es zwar unter den sicheren Hieracienbastarden vollkommen fertile gibt (*H. magyricum + H. aurantiacum*), daß die Fruchtbarkeit aber auch oft herabgesetzt ist, ja daß ganz sterile Bastarde vorkommen, und daß aus der-

¹⁾ J. G. OVERTON, Über Parthenogenesis bei *Thalictrum purpurascens*. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. XXII, S. 274, 1904.

²⁾ Auch schon „Hieracienbastarde“, S. 51 der Ausgabe in Ostwalds Klassikern.

³⁾ Es wäre natürlich auch noch zu prüfen, ob die gerade zum Versuche verwendete Sippe des *H. Auricula* sich wie die von MENDEL benützte verhält.

⁴⁾ STRASBURGER hat in allerjüngster Zeit nach Vorarbeiten JUELS zwischen „Parthenogenesis“ und „Apogamie“ unterschieden; bei jener entwickelt sich das Ei nach vorheriger Reduktionsteilung, bei dieser ohne eine solche, ohne Befruchtung weiter (Die Apogamie der Eualchimillen etc., Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. 41, S. 88 u. f. (1904)). Ich folge ihm hierin, hätte es aber für besser gehalten, wenn die Bezeichnung „Parthenogenesis“ entweder als Sammelbegriff für beide Erscheinungen, oder dann für die häufigere, die jetzige oogone „Apogamie“, beibehalten worden wäre.

selben Befruchtung fertile und sterile entstehen können, (z. B. S. 1274). Bei dem Bastard ist also nicht bloß die geschlechtliche, sondern auch die ungeschlechtliche, wahrscheinlich apogame Keimbildung behindert, während die Sterilität oder mangelhafte Fruchtbarkeit der Bastarde sonst auf die Schwierigkeiten bei der Keimzellbildung zurückgeführt zu werden pflegt, speziell auf solche während der Reduktionsteilung¹⁾.

Die Hieracienbastarde haben bisher wegen zwei besonders ausgeprägten Eigentümlichkeiten hervorragendes theoretisches Interesse besessen: erstens, weil die erste Generation außerordentlich vielförmig ausfällt, zweitens, weil jedes Individuum dieser vielförmigen ersten Generation eine ihm gleiche, völlig konstante Nachkommenschaft gibt.

Der erste Punkt erfährt durch das neue, hier gegebene Material noch eine Ausdehnung, indem MENDEL diese Eigentümlichkeit bestätigt fand, als er nicht nur bis drei, sondern bis hundert und mehr Exemplare derselben Bastardkombination vergleichen konnte. Der Punkt wird von der Entdeckung OSTENFELDS und RAUNKIÄRS nur soweit berührt, als es sich nun fragt, ob diese Vielförmigkeit des Bastardes wirklich in dem schroffen Gegensatz zur vollkommenen Konstanz der Eltern steht, die MENDEL festgestellt hatte. Ob die einzelnen, zu den Bastardierungen benutzten Sippen auch in einer durch Inzucht entstandenen Nachkommenschaft ebenso einförmig sind (wie es sehr wahrscheinlich ist), müssen neue Versuche zeigen. Bei *H. Auricula* wird das unschwer zu prüfen sein. Es sei gleich darauf hingewiesen, daß MENDEL später auch zwei einförmige Hieracienbastarde in größeren Individuenzahlen, den einen in 25, den andern in 35 Stück, beobachtet hat (S. 1278)²⁾.

¹⁾ Eine Erscheinung, die damit verglichen werden kann, habe ich wiederholt beobachtet, als ich versuchte (Mitte der 90er Jahre) die typische *Funkia ovata* mit *F. Sieboldiana* und der *f. aurea* zu bastardieren. Die Kapseln entwickelten sich, die Samen blieben aber taub; wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, waren die Adventivembryonen nur bis zu einem gewissen — immerhin vielzelligen — Stadium entwickelt, dann aber stehen geblieben. Die Versuche wurden abgebrochen, als das Problem, zu dessen Lösung sie angestellt wurden, durch WEBBERS Kreuzungsversuche mit *Citrus* gelöst war; ich komme auf sie gelegentlich noch zurück.

²⁾ Die vielförmigen Bastarde MENDEL'S haben wohl meist oder immer das gleiche Individuum zur Mutter gehabt (vergl. S. 1260, wo erzählt wird, daß von NÄGELI'S Sendung je ein Exemplar jeder Art in einen Topf gepflanzt wurde); daß auch der Vater stets der gleiche war, erscheint mir nicht ausgemacht. Bei der völligen Konstanz der Nachkommenschaft hat MENDEL möglicherweise nicht so scharf darauf geachtet, wie es uns jetzt erwünscht wäre.

Daß bei NÄGELI und PETER die Zahl der bei einem Bastard unterschiedenen Formen geringer ist, als bei MENDEL — die mehr als 90 eingesandten Exemplare des Bastardes *H. Auricula* + *H. aurantiacum* erscheinen als 8 Sippen, vergl. S. 1291 —, mag zum Teil daher rühren, daß einzelne der übersandten Stöcke vor der Untersuchung zugrunde gingen, im wesentlichen aber daher, daß immer eine Anzahl Formen in eine Sippe zusammengezogen werden konnten. Wie weit das nur durch rein zufällig vorhandene Lücken in der Reihe ermöglicht wurde, entzieht sich unserer Beurteilung.

Ob im zweiten Punkt eine Änderung eintreten wird und die Hieracien ganz aus der Klasse der konstante Nachkommen liefernden Sippen zu streichen sind, müssen erst weitere Untersuchungen zeigen. Liegt Parthenogenesis im engeren Sinne, dem STRASBURGERS vor, entwickelt sich, nach einer Reduktionsteilung, ein normales Ei ohne Befruchtung zum neuen Individuum, so werden die Hieracienbastarde das schönste Beispiel solcher, eine konstante Nachkommenschaft liefernder Verbindungen bleiben. Denn wenn, wie ich zuerst vermutet habe, und jetzt wohl allgemein angenommen wird, bei den mendelnden Bastarden die Spaltung der Anlagen bei der Reduktionsteilung erfolgt, so müßten sich ihre Folgen in der zweiten Generation, trotz der parthenogenetischen Entwicklung der Eizellen, zeigen. Ein Erbsenbastard würde unter diesen Bedingungen die gleichen Nachkommen bilden müssen, wie bei sexueller Fortpflanzung, wenn auch die Gleichheit zum Teil nur äußerlich, und das Zahlenverhältnis verschieden wäre; seine dritte Generation und die folgenden wären dann freilich völlig konstant. Liegt aber Apogamie im Sinne STRASBURGERS vor, unterbleibt die Reduktionsteilung, so ist die Konstanz der Nachkommenschaft selbstverständlich. Ich glaube, daß die Entscheidung in diesem Sinne ausfallen wird. Es ist nach dem, was wir aus anderen Versuchen wissen, jetzt zu unwahrscheinlich, daß gerade bei *Hieracium* sämtliche Bastarde zwischen so verschiedenen Eltern lauter nicht spaltende Merkmalspaare liefern sollten.

Ist die Konstanz der Hieracienbastarde einmal wirklich auf Apogamie zurückzuführen, so ist doch nicht zu vergessen, daß damit zwar ein klassisches Beispiel für solche Bastarde fällt, die Tatsache ihrer Existenz aber nicht angetastet wird. Man könnte dann, statt von einem *Hieracium*-Typus, vielleicht von einem *Oenothera*-Typus sprechen. Das Gleiche wäre der Fall hinsichtlich der Vielförmigkeit der ersten Generation gewesen, wenn die Hieracienbastarde gar nicht existierten. Wir hätten genug andere Fälle dafür.

Zusatz zu S. 1276.

(Verhält sich die Geschlechtsdifferenz wie ein Merkmal der Erbsenhybriden, „spaltet“ sie?)

Es ist in der Tat verlockend, die Geschlechtsbildung in den Kreis der Vererbungserscheinungen einzubeziehen, für die die MENDEL'schen Regeln gelten, und BATESON¹⁾ hat erst jüngst sich energisch für den einstigen Erfolg derartiger Bemühungen ausgesprochen. Ohne Hilfhypothesen kann es nicht abgehen; die Forderungen sind sonst, wie schon MENDEL selbst hervorhebt, zu sonderbar. Es scheint mir aber außerdem auch ein prinzipieller Unterschied zu bestehen.

¹⁾ W. BATESON, Address to the Zoological Section, British Association f. the Adv. of Science, Cambridge, 1904. S. 11 des S.-A.

Nehmen wir zunächst an, es treten beim Bastard *Melandrium rubrum* ♀ + *album* ♂ die Individuen wirklich stets im Verhältnis 3 ♀ zu 1 ♂ auf, wie MENDEL beobachtete, und es gelten die MENDEL'schen Regeln. Dann müßten wir annehmen 1.) daß ♂ gegenüber ♀ rezessiv sei, 2.) daß beide Eltern, *Melandrium rubrum* sowohl als *M. album*, „Heterozygoten“ im Sinne BATESONS gewesen seien und je 50% der Keimzellen mit der Anlage für ♂ und je 50% mit der Anlage für ♀ gebildet hätten. Dann könnte die erste Generation des Bastardes wirklich aus dreierlei Individuen bestehen:

- 1) zu $\frac{1}{4}$ aus Pflanzen, die als Homozygoten, ♂ + ♂, entstanden und männlich wären,
- 2) zu $\frac{2}{4}$ aus Pflanzen, die als Heterozygoten, ♂ + ♀ und ♀ + ♂, entstanden und weiblich wären,
- 3) zu $\frac{1}{4}$ aus Pflanzen, die als Homozygoten, ♀ + ♀, entstanden und ebenfalls weiblich wären.

Was geschähe nun bei der Keimzellbildung? Alle ♂Pflanzen könnten nur (♂) Keimzellen mit der Anlage für ♂ liefern, von den ♀ Pflanzen würde $\frac{1}{3}$ nur (♀) Keimzellen mit der Anlage für ♀ geben, und $\frac{2}{3}$ (♀) Keimzellen mit der ♂ oder der ♀ Anlage, zur Hälfte die einen, zur Hälfte die andern. Wenn sich nun alle Pflanzen entwickelten und die gleichen Chancen für die Verwertung der Sexualzellen hätten, müßte die zweite Generation des Bastardes wieder aus dreierlei Pflanzen bestehen, nämlich:

- 1) zu $\frac{1}{3}$ aus Pflanzen, die die Anlagen für ♂ und ♀ enthielten, also ♀ und Heterozygoten wären (sie entstünden auf den 25% ♀ Homozygoten der ersten Generation),
- 2) zu $\frac{1}{3}$ aus Pflanzen, die nur die Anlage für ♂ enthielten, also ♂ wären (sie entstünden auf den 50% ♀ Heterozygoten der ersten Generation, und zwar aus deren (♀) Keimzellen mit der Anlage für ♂).
- 3) zu $\frac{1}{3}$ aus Pflanzen, die sowohl die Anlage für ♂ als die für ♀ enthielten, also ♀ und Heterozygoten wären (sie entstünden auf den 50% ♀ Heterozygoten der ersten Generation, und zwar aus deren (♀) Keimzellen mit der Anlage für ♀).

Das Zahlenverhältnis wäre also in der zweiten Generation 2 ♀ auf 1 ♂ geworden, die ♀ wären jetzt lauter Heterozygoten, die ♂ dagegen lauter Homozygoten.

Bei der Keimzellbildung der zweiten Generation würden nun also sämtliche ♂ Individuen nur (♂) Keimzellen mit der Anlage für ♂, sämtliche ♀ Individuen dagegen (♀) Keimzellen bilden, von den $\frac{1}{2}$ die Anlage für ♂, $\frac{1}{2}$ die Anlage für ♀ enthielten. Und so würde, bei gleichen Chancen aller Individuen, die dritte Generation nur mehr aus zweierlei Individuen bestehen, nämlich:

- 1) zu $\frac{1}{2}$ aus Homozygoten, die nur die Anlage für ♂ enthielten und männlich wären,

2) zu $\frac{1}{2}$ aus Heterozygoten, die beide Anlagen, für ♂ und ♀, enthielten und, infolge der Dominanz der Anlage für ♀, weiblich wären.

Das Zahlenverhältnis müßte also in der dritten Generation 1 ♂ auf 1 ♀ sein, und so würde es sich in Zukunft halten; die ♂ wären stets Homozygoten, die ♀ stets Heterozygoten. Es liegt ja in der Annahme, die ♀ Anlage dominiere, daß die ♂ nur Homozygoten sein können.

Wovon mußten wir aber ausgehen? Davon, daß sowohl die ♂ Pflanze des *Melandrium album* als die ♀ des *M. rubrum* Heterozygoten gewesen seien, die Keimzellen mit beiderlei Anlagen in gleicher Zahl hervorbrächten; nur so könnte ja das Verhältnis 3 ♀ zu 1 ♂ beim Bastard herauskommen. Und damit stürzt das ganze Kartenhaus zusammen.

Aber MENDELS Beobachtung: 151 ♀ auf 52 ♂ ist überhaupt nur das Ergebnis eines Zufalls. STRASBURGER fand beim gleichen Bastard 79 ♀ auf 62 ♂ (129 : 100)¹⁾. Meine eigenen Versuche ergaben: I. Generation: 92 ♀ auf 9 ♂²⁾, II. Generation: 28 ♀ auf 15 ♂ (187 : 100), III. Generation: 37 ♀ auf 14 ♂ (246 : 100); verschiedene Rückbastardierungen: 34 ♀ auf 29 ♂ (112 : 100), 14 ♀ auf 7 ♂ (200 : 100), 6 ♀ auf 10 ♂ (60 : 100), 44 ♀ auf 24 ♂ (183 : 100), 34 ♀ auf 20 ♂ (170 : 100), 37 ♀ auf 13 ♂ (285 : 100). Dem entspricht, daß STRASBURGER bei *M. album* im Freien das Zahlenverhältnis 128 ♀ auf 100 ♂ fand.

Beides, Dominanz der Anlage des einen Geschlechtes und Spalten bei der Keimzellbildung, kann also sicher nicht gleichzeitig gelten. Deshalb hat auch schon seiner Zeit STRASBURGER, der zuerst die Trennung der Geschlechter in Zusammenhang mit den Versuchsergebnissen MENDELS zu bringen strebte³⁾, von der Dominanzregel ganz abgesehen und angenommen, „daß bei dem Zusammentreffen der mit bestimmten Geschlechtstendenzen ausgestatteten Geschlechtsprodukte, die Vereinigung darüber entscheidet, welches Geschlecht dominieren, welches latent bleiben soll.“

CASTLE⁴⁾ folgt hierin STRASBURGER, macht aber noch die weitere Annahme daß sich nicht jede ♂ Keimzelle mit jeder ♀ Keimzelle vereinigen könne, sondern nur Keimzellen mit der entgegengesetzten geschlechtlichen

¹⁾ Biologisches Centralblatt, Bd. 20, S. 764 (1900).

²⁾ Dieses eine Verhältnis ist vielleicht dadurch modifiziert, daß die Pflanzen 1902 vor der ersten Blüte aus dem Boden gehoben und von Tübingen nach Leipzig transportiert werden mußten. Dabei gingen möglicher Weise mehr ♂ als ♀ zu grund. Es ist aber auch gut möglich, daß sich die schwächere Konstitution der Bastardpflanzen bei den ♂ stärker zeigt, als bei den ♀, schon bei der Samenreife oder beim Keimen. Denn *M. rubrum* hat gewiß ein ähnliches Geschlechtsverhältnis, wie *M. album*, und der Bastard also ebenfalls ein ähnliches.

³⁾ l. c. S. 766. Vergl. auch mein Referat in der Botan. Zeitg. Bd. 59, II. Abt. Sp. 198, 1901.

⁴⁾ W. E. CASTLE, The Heredity of Sex. Contrib. fr. the Zoölogical Laboratory of the Museum of Comp. Zoölogy at Harvard College. Bullet. Vol. XL. No. 4.

Tendenzen, also z. B. eine männliche mit der Anlage für ♀ nur mit einer weiblichen mit der Anlage für ♂. Dadurch umgeht CASTLE die 50% Homozygoten (25% ♂ + ♂, 25% ♀ + ♀) und erhält lauter Heterozygoten, die bei der Keimzellbildung wieder beiderlei Keimzellen, ♀ und ♂, hervorbringen. Experimentell ist diese Annahme noch nicht geprüft. Ich glaube aber, daß sich die Spaltungsregel überhaupt nicht auf die Geschlechtsverhältnisse anwenden läßt, so wenig wie die Dominanzregel.

Bei der Vererbung des Geschlechtes einer diözischen Spezies handelt es sich wohl um etwas ganz anderes, als etwa bei der Vererbung der Blütenfarbe eines „mendelnden“ Bastardes zwischen einer rot- und einer weißblühenden Sippe. Gleich ist, daß im einen und anderen Falle in der Zygote eine Anlage latent ist — im einen die des andern Geschlechtes, im andern die der einer Farbe (des Weiß). Daß es sich bei der Geschlechtsbildung eigentlich um eine ganze Anlagengruppe handelt, macht keinen wesentlichen Unterschied aus, ebenso wenig, daß bei der Geschlechtsbildung bald die eine, bald die andere Anlage dominieren müßte, während bei der Blütenfarbe dieselbe zu dominieren pflegt. Verschieden ist aber, daß die Keimzellen mit der Anlage für das Weiß oder das Rot, die der Bastard bei der Spaltung bildet, rein sind — nichts spricht dafür, daß in jenen für Rot noch die Anlage für Weiß, in jenen für Weiß noch die Anlage für Rot stecke —, während die Keimzellen mit den Anlagen für Geschlechterbildung nicht rein sein können, und die Keimzelle mit den Anlagen für ♂ noch die Anlagen für ♀ aktiv enthalten muß, so gut wie die Keimzelle mit den Anlagen für ♀ jene für ♂. Denn jede Keimzelle überträgt, selbst wenn sie eine bestimmte geschlechtliche Tendenz besitzt, auch die Anlagen des anderen Geschlechtes, wie Bastardierungsversuche zeigen. Mit andern Worten: Bei der Keimzellbildung wird von einem typisch spaltenden Anlagenpaar (wie es weiß-rot sein kann) eben stets die eine Anlage abgespalten resp. ganz aus der Keimzelle entfernt; von den beiderlei Geschlechtsanlagen aber werden, wenn überhaupt die Keimzelle schon eine bestimmte geschlechtliche Tendenz besitzt, die einen nur unterdrückt; es wird hier gar nichts gespalten.

Melandrium album unterscheidet sich von *M. rubrum* unter anderm durch die Zähne der Kapsel; bei *M. album* sind sie vorgestreckt, bei *M. rubrum* zurückgerollt¹⁾. Dies ist einer der primären Charaktere der weiblichen Pflanzen; er wird aber sicher durch alle Keimzellen, mögen sie nun ♂ oder ♀ Tendenz besitzen, übertragen, wie der Bastard zwischen diesen zwei Arten lehrt. (In der I. Generation haben alle ♀ Individuen zurückgerollte Kapsel-

¹⁾ Ob eine *Melandrium*-Pflanze ♀ oder ♂ wird, hängt nicht davon ab, ob sich eine „Anlage“ für „männlich“ oder „weiblich“ entfaltet, sondern davon, ob sich ein Komplex von weiblichen Merkmalen (zu denen auch das oben genannte Merkmal gehört) entfaltet, oder ein Komplex männlicher Merkmale.

zähne; in der II. Generation treten neben 75% ♀ Individuen mit derartigen Zähnen auch 25% ♀ Individuen mit vorgestreckten Zähnen auf¹⁾.

Wollten wir annehmen, daß die Keimzellen ausschließlich die Anlagen eines Geschlechts besäßen, so würde, auch bei Zugrundelegung der schon angedeuteten, weiteren Hypothese CASTLES, das tatsächlich beobachtbare Verhalten (der I. oder II. Generation) völlig unerklärbar sein, sowohl unter der Annahme, der Zufall entscheide, ob die Geschlechtstendenz der von *M. album* oder der von *M. rubrum* stammenden Keimzelle in der „Zygote“ dominiert, als auch unter der Annahme, es dominiere stets die Geschlechtstendenz der Keimzellen einer bestimmten Sippe in der Zygote (in unserem Falle müßte es *M. rubrum* sein). Eine eingehende Überlegung zeigt das bald; ich gehe nicht näher darauf ein, da der Zusatz ohnehin schon zu lang wird. — Es müssen also alle Keimzellen unserer diözischen Melandrien beiderlei Anlagen enthalten. Dabei bleibt es für uns hier gleich, ob in der Keimzelle der eine Anlagenkomplex über den anderen dominiert, sodaß jede Keimzelle schon eine bestimmte Tendenz besitzt, oder ob das nicht der Fall ist. Bei der Bastardbefruchtung²⁾ kommen dann viererlei Anlagen zusammen: Die Komplexe für ♂ und ♀ aus der Sippe *M. album* „a“, und jene für ♂ und ♀ aus der Sippe *M. rubrum* „r“. Nun wird erst — auf jeden Fall — definitiv über das Geschlecht der „Zygote“ entschieden. Die einen oder die anderen Anlagen dominieren, je nachdem wird die Pflanze ♂ oder ♀. Wird sie weiblich, so zeigt sie die zurückgerollten Kapselzähne des *M. rubrum*, weil in dem Punkte ♀ r über ♀ a dominiert, wird sie männlich, so zeigt sich z. B. eine intermediäre Ausbildung der Pollenkörner, speziell in der Größe und der Skulptur der Exine, weil die betreffenden Anlagen von a und r sich kombinieren³⁾.

Bei der Keimzellbildung tritt nun freilich eine typische Spaltung der Komplexe ein, aber nicht so, daß, wie CASTLE annimmt, diese nach den verschiedenen Geschlechtsanlagen getrennt würden; sie erfolgt nach den beiden Elternsippen, nach a und r. Die männlichen und die weiblichen Exemplare des Bastardes bilden in gleichen Zahlen zweierlei Keimzellen; die einen enthalten aber nicht die Anlagen ♂ a ♂ r und die andern die Anlagen ♀ a ♀ r, sondern jene die Anlagen ♂ a ♀ a, diese die Anlagen ♂ r ♀ r. Hat jede Keimzelle wirklich eine bestimmte geschlechtliche Tendenz⁴⁾, dann wird

1) Vergl. dazu DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. II, S. 191.

2) Das Folgende gilt natürlich auch für die Inzucht, mutatis mutandis.

3) Vergl. dazu: Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsen-Typus. Bot. Zeitg., Bd. 60, II. Abth. Sp. 79 (7. März 1902, G. A. 10, 311).

4) Ganz zwingende Beweise dafür kenne ich nicht. Auch meine diözischen Bastarde, die durch Befruchtung der monözischen *Bryonia alba* mit der diözischen *B. dioica* entstanden sind, halte ich nicht mehr für ganz beweisend. Sicher ist, daß die Anlage zur Diözie über jene zur Monözie dominiert; ob die „Zygote“ aber ♂ oder ♀ wird, kann ebensogut vom Zufall abhängen, wenn die männliche, von *B. dioica* stammende Keim-

diese durch Unterdrückung eines der beiden Komplexe, jenes für ♂ oder jenes für ♀, die zunächst wieder gleichwertig sind, nach der Spaltung ausgebildet.

Bei der Bildung der II. Generation kommt nun zusammen: 25 mal ♂ a ♀ a und ♂ a ♀ a , 50 mal ♂ a ♀ a und ♂ r ♀ r , 25 mal ♂ r ♀ r und ♂ r ♀ r . Welches Geschlecht entsteht, wird wieder erst jetzt von Fall zu Fall entschieden; bei der Dominanz von ♀ r über ♀ a müssen jetzt 75% der weiblichen Nachkommen zurückgerollte, 25% vorgestreckte Kapselzähne zeigen.

Bei Geschlechtsverhältnissen, die durch das Auftreten von Zwittern kompliziert sind (Triözie, Gynodiözie etc.), ist das typische Spalten nach der Geschlechtstendenz — nicht das nach der Herkunft der Anlagen — ebenso unwahrscheinlich, wie bei reiner Diözie. Dazu stimmt auch das, was wir bis jetzt an experimentellen Daten besitzen¹⁾.

Daß gewisse Abänderungen bei Schmetterlingen nur bei einem bestimmten Geschlecht auftreten und rezessiven Charakter haben²⁾, scheint mir nicht viel zu beweisen; die Merkmale können, wie die typischen sekundären Sexualcharaktere, mit den primären verkoppelt sein und ihnen folgen. Ich würde sie am liebsten an die Fälle anschließen, wo, ebenfalls bei Schmetterlingen, das Weibchen in 2 oder 3 verschiedenen Formen auftreten kann (*Papilio Turnus* etc.). Die Heterostylie, für die nach BATESONS noch nicht ausführlicher veröffentlichten Beobachtungen die MENDELSchen Regeln gelten, hat meiner Meinung nach mit der Geschlechtsdifferenzierung gar nichts zu tun.

zelle beiderlei Anlagen aktiv enthält, als davon, daß die männliche Keimzelle eine bestimmte, ♂ oder ♀ Tendenz hatte, wenn sie nur einerlei Sexualanlagen aktiv enthält (Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXI. S. 196, 1903, G. A. 13, 344).

¹⁾ Experimentelle Untersuchungen über Gynodiöcie. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. XXII. S. 506. 1904, G. A. 17, 397.

²⁾ W. BATESON l. c. S. 13 des S.-A.

Zusammenstellung
der von G. MENDEL experimentell erzeugten Hieracienbastarde.

	Brief:	MEN- DELS Hiera- cien- arbeit	Über- sandt an NÄGELI	Nr. bei PETER
I. Piloselloidea.				
A. Einfache Bastarde.				
a. <i>H. Auricula</i> als ♀.				
1. <i>H. Auricula</i> + <i>H. aurantiacum</i>. <i>H. aurantiacum</i> + <i>H. Auricula</i> 1. <i>epilosum</i> ♀ bei PETER, in 8 Formen: 15, a. <i>H. pyrreanthos a genuinum</i> I. <i>obtusum</i> ; II. <i>acutulum a majoriceps</i> ; β. <i>minoriceps</i> ; 15, b. β. <i>purpuriflorum</i> ; 15, c. γ. <i>inquilinum</i> 16. <i>H. ruripilum</i> ; 17. <i>H. chrysochroum</i> ; 18. <i>H. fulvopurpureum</i> ; p. 459 bis 463.	VI, VII, VIII, IX, X	+	1869 1870 1873	15–18
2. <i>H. Auricula</i> + <i>H. cymosum</i>.	VIII	—	—	—
3. <i>H. Auricula</i> + <i>H. Pilosella</i> (Brünn). <i>H. (Pilosella) bruennense</i> + <i>H. Auricula</i> 1. <i>epilosum</i> ♀ bei PETER; in 2 Formen: 6. <i>H. coryphodes</i> und 7. <i>H. Mendelii</i> , p. 453.	V, VI, VII, VIII, IX, X	+	1869 1873	6, 7
4. <i>H. Auricula</i> + <i>H. Pilosella niveum</i>. <i>H. tardans</i> + <i>H. Auricula</i> 1. <i>epilosum</i> ♀ bei PETER; in einer Form: <i>H. tardiusculum</i> , p. 454.	IX, X	—	1873	8
5. <i>H. Auricula</i> + <i>H. Pilosella vulgare</i> (resp. München). <i>H. P. vulgare a genuinum</i> 1. <i>normale</i> + <i>H. Auricula</i> 1. <i>epilosum</i> ♀ bei PETER, in 2 Formen: 3. <i>H. melanochlorum</i> und 4. <i>H. oligotrichum</i> , p. 451.	IX, X	—	1873	3, 4
6. <i>H. Auricula</i> + <i>H. pratense</i>. b. <i>H. Pilosella (bruennense)</i> als ♀.	VII, VIII	+	—	—
7. <i>H. Pilosella</i> (Brünn) + <i>H. Auricula</i>. (<i>H. Auricula</i> 1. <i>epilosum</i> + <i>H. Pilosella bruennense</i>). <i>H. Pilosella</i> (Brünn) + <i>H. praealtum</i> . Fraglich. <i>H. Pilosella</i> (Brünn) + <i>H. pratense</i> , Fraglich. c. <i>H. cymosum</i> (s. lat.) als ♀. a. <i>H. cymosum</i> als ♀.	I, V I I	— — —	— — —	— — —

	Brief:	MENDEL'S Hiera- cien- arbeit	Über- sandt an NÄGELI	Nr. bei PETER
8. <i>H. cymosum</i> + <i>H. Pilosella</i> (Brünn?) <i>β. H. cymigerum</i> als ♀.	VIII	—	1870	—
9. <i>H. XII.</i> + <i>H. Pilosella</i> (Brünn). <i>H. (Pilosella) bruennense</i> + <i>H. cymigerum</i> ♀ bei PETER, in 9 Formen: 40, a. <i>H. canum a. genuinum</i> 1. <i>pilosius</i> ; 2. <i>calvius a. obtusum</i> ; b. <i>acutum</i> ; 3. <i>setuliferum</i> ; 40, b. <i>β. hirticanum</i> 1. <i>epilosum</i> ; 2. <i>subpilosum</i> ; 40, c. <i>γ. pilosicanum</i> ; 40, d. <i>δ. setosicanum</i> ; 41. <i>H. virenticanum</i> ; p. 481—485.	VII, VIII, IX	—	1870	40, 41
10. <i>H. XII</i> + <i>H. Pilosella</i> (München). <i>(H. (Pilosella) vulgare a. genuinum</i> 1. <i>normale</i> + <i>H. cymigerum</i> ♀.) <i>d. H. praealtum</i> (sens. lat.) als ♀. <i>a. H. florentinum II. obscurum</i> als ♀.	VIII	—	—	—
11. <i>H. praealtum</i> (München) + <i>H. Pilosella incanum</i> (München). <i>(H. Pilosella II. velutinum</i> + <i>H. florentinum II. obscurum</i> ♀.) <i>β. H. florentinum V. b. subcymigerum</i> als ♀.	X	—	1873	—
12. <i>H. praealtum</i> + <i>stoloniflorum</i> später <i>H. p.</i> + <i>flagellare</i>. <i>H. praealtum</i> + <i>H. flagellare</i> Rchb. bei MENDEL, 1870, <i>H. flagellare</i> + <i>H. subcymigerum</i> ♀ bei PETER, in einer Form: 50. <i>H. inops</i> , p. 492. <i>γ. H. magyaticum</i> als ♂.	II, VII, VIII	+	1867 1869	50
13. <i>H. praealtum (Bauhini)</i> + <i>H. aurantiacum</i>. <i>H. aurantiacum</i> + <i>H. magyaticum</i> ♀ bei PETER, in einer Form: 70. <i>H. calomastix</i> , p. 121.	V, VI, VII, VIII	+	1869	70
14. <i>H. praealtum (Bauhini)</i> + <i>H. Pilosella</i> (Brünn). <i>e. H. setigerum (echioides > Pilosella)</i> als ♀.	VI	—	—	—
15. <i>H. praealtum?</i> + <i>H. aurantiacum</i>. <i>H. echioides</i> + <i>H. aurantiacum</i> MENDEL 1870, <i>H. aurantiacum</i> + <i>H. setigerum</i> ♀ bei PETER, in 2 Formen: 44. <i>H. monasteriale</i> 1. <i>multipilum</i> ; 2. <i>parcipilum</i> ; p. 488. B. Rückbastardierungen mit den Stammeltern.	VI, VII, VIII	+	1869	44
16. <i>(H. praealtum</i> + <i>H. aurantiacum)</i> + <i>H. aurantiacum</i>. <i>(H. praealtum = H. magyaticum).</i>	VII	—	—	—
17. <i>(H. praealtum</i> + <i>H. aurantiacum)</i> + <i>H. praealtum</i>. <i>(H. praealtum = H. magyaticum).</i>	VII	—	—	—

	Brief:	MEN- DELS Hiera- cien- arbeit	Über- sandt an NÄGELI	Nr. bei PETER
18. (<i>H. Auricula</i> + <i>H. Pilosella</i> [Brünn]) + + <i>H. Auricula</i> .	VII	—	—	—
C. Tripelbastarde.				
19. (<i>H. praealtum</i> + <i>H. aurantiacum</i>) + <i>H.</i> <i>Pilosella</i> (Brünn).	VIII	—	1870	71
<i>H. brünnense</i> + (<i>H. aurantiacum</i> + <i>H. magy-</i> <i>aricum</i> ♀) ♀ bei PETER, in einer Form: <i>H. tri-</i> <i>genes</i> , p. 122.				
II. <i>Archieracia</i> .				
20. <i>H. (barbatum)</i> + <i>H. umbellatum</i> .	VIII	—	1870	—
21. <i>H. vulgatum f.</i> + <i>H. umbellatum</i> .	VIII	—	—	—

Daraus, daß drei von MENDEL nach München gesandte Bastarde, Nr. 8, 11, 20, bei PETER und in der Monographie fehlen, darf man nicht schließen, daß sie nicht anerkannt worden wären. Nr. 11 bestand sicher, Nr. 8 wahrscheinlich aus einem einzigen Exemplar, das leicht verloren gehen konnte, Nr. 20 liegt außerhalb des Rahmens der Arbeit PETERS und der Monographie.

Verzeichnis der in den Briefen MENDELs erwähnten Pflanzennamen¹⁾.

- Antirrhinum majus* 1250.
 (A. striatum = *Linaria str.* 1255.)
A. vulgare + *rupestre* 1265.
Aquilegia 1250.
A. canadensis + *atropurpurea* 1249.
A. canadensis + *vulgaris* 1249.
A. canadensis + *Wittmaniana* 1249.
Calceolaria salicifolia + *rugosa* 1250.
Carex 1250.
 (Cheiranthus annuus = *Matthiola a.* 1250.)
Cirsium 1239, 1240, 1249, 1262, 1263.
C. arvense 1239.
C. arvense + *canum* 1249.
C. arvense + *oleraceum* 1249.
C. canum 1239, 1249, 1252, 1255.
C. canum + *oleraceum* 1252.
C. canum + *palustre* 1249.
C. lanceolatum 1239.
C. oleraceum 1239.
 (C. oleraceum + *rivulare* = *C. praemorsum* 1249.)
C. palustre 1249.
C. praemorsum 1249, 1255.
C. praemorsum + *canum* 1254.
C. rivulare + *palustre* 1249.
 Erbsen, siehe *Pisum*.
Geum 1239, 1262, 1264.
G. intermedium Ehrh. 1239, 1255.
G. rivale 1239, 1248, 1255.
G. urbanum 1239, 1248, 1255.
G. urbanum + *rivale* 1239, 1248, 1250, 1255, 1264.
Hieracium 1238—1240, 1252, 1260—1262, 1267, 1269, 1270, 1279—1281.
H. albidum 1257, 1261, 1271.
H. alpicola 1257.
H. alpinum 1248, 1257, 1261, 1271.
H. amplexicaule 1248, 1257, 1261, 1271.
H. aurantiacum 1253, 1261, 1267—1269, 1278—1280.
H. Auricula (*H. A. I. epilosum*) 1239, 1253, 1266—1269, 1271, 1278, 1280—1281.
H. Auricula + *aurantiacum* (*H. A. I. epilosum* + *a.*) 1262, 1263, 1267—1269, 1274, 1277—1278.
H. Auricula + *cymosum* 1267.
H. Auricula + *Pilosella* und *H. A. + Pilosella* (Brünn) (*H. A. I. epilosum* + *P. XVII. 4. bruennense*) 1259, 1262, 1263, 1267, 1269, 1277.
H. (Auricula + Pilosella [Brünn]) + Auricula 1265.
H. Auricula + Pilosella vulgare (München) (*H. A. + P. vulgare a. genuinum I. normale*) 1269, 1274, 1277.
H. Auricula + Pilosella niveum (= *H. A. + tardans*) 1274, 1277.
H. Auricula + pratense 1265, 1269.
H. auriculaeforme 1261.
H. boreale 1253, 1254.
H. canescens 1265.
H. cymigerum Rchb. 1254.
H. cymosum (*genuinum*) 1257, 1267.
H. cymosum + Pilosella (Brünn) 1265, 1270.
H. echioides 1248, 1268.
H. echioides-praealtum 1268.
H. elongatum 1261, 1271.
H. flagellare (= *H. stoloniflorum* Aut.) 1261.
H. glaciale 1257.
H. glanduliferum 1257.
H. glaucum 1248, 1257, 1261, 1271.
H. gothicum 1261, 1271.
H. hispidum 1265, 1271.
H. Hoppeanum 1271.
H. humile 1257, 1265, 1271, 1274.
H. murorum 1239, 1253, 1254, 1280.
H. nigrescens 1271.
H. picroides 1265, 1271.
H. piliferum 1257.
H. Pilosella und *H. P.* (Brünn) (*H. P. XII. trichadenium 4. Susp. bruennense*) 1239, 1252—1254, 1267, 1268, 1270, 1277.
H. Pilosella incanum (*H. P. XX. velutinum 2. Subsp. velutinum* Heg. u. Heer) 1269, 1274, 1280, 1281.
H. Pilosella niveum (*H. tardans* Naeg. u. Peter) 1269.
H. Pilosella (Brünn) + *Auricula* 1252, 1259.
H. Pilosella (Brünn) + *praealtum* 1252.
H. poliotrichum Wimm. 1273.
H. porrifolium 1257.
H. praealtum u. var. *obscurum* (*H. florentinum* V. *poliocladum 6. Subsp. subcymigerum*) 1239, 1248,

¹⁾ Die Benennungen nach der Monographie von NÄGELI und PETER, die bei den Hieracienbastarden hinzugefügt wurden, sind *kursiv* gehalten.

- 1251—1255, 1267, 1268, 1281.
- H. praealtum + flagellare = H. p. + stoloniflorum Aut. 1261, 1270.
- H. praealtum + stoloniflorum Aut. (= H. p. + flagellare) (*H. subcymigerum* + *flagellare*) 1251—1254, 1259, 1261 (H. p. + flagellare), 1263, 1270 (H. p. + flagellare).
- H. praealtum? (*H. setigerum*) 1268.
- H. praealtum (?) + aurantiacum (*H. setigerum* + *aurantiacum*) 1261, 1263, 1270, 1279.
- H. praealtum (München) + *Pilosella* incanum (*H. florentinum* II. *obscurum* + *Pilosella velutinum*) 1277.
- H. praealtum var. Bauhini + *Pilosella* (*H. magyricum* + *Pilosella bruennense*) 1263.
- H. praealtum var. Bauhini + aurantiacum (*H. magyricum* + *aurantiacum*) 1253, 1259, 1261, 1263, 1270.
- H. (praealtum + aurantiacum) + aurantiacum (*praealtum* = *magyricum*) 1265.
- H. (praealtum + aurantiacum) + praealtum (*praealtum* = *magyricum*) 1265.
- H. (praealtum [Bauh.?] + aurantiacum) + *Pilosella* (Brünn) *praealtum* = *magyricum*) 1270.
- H. pratense 1239, 1269, 1271.
- H. prenanthoides (praenanthoides) 1248, 1257, 1261, 1265, 1271.
- H. pulmonarioides 1261, 1271.
- H. racemosum 1274.
- H. rigidum 1253.
- H. Sendtneri 1265, 1271.
- H. staticifolium 1257.
- H. stoloniflorum Aut. 1251—1254.
- H. stoloniflorum WK. 1240.
- H. tridentatum 1248, 1257, 1261, 1271.
- H. umbellatum 1239, 1253, 1271.
- H. villosum 1257, 1261, 1271.
- H. vulgatum 1248, 1253, 1254, 1271.
- H. XII. (*H. cymosum* IX *cymigerum*) 1267, 1273.
- H. No. XII + *Pilosella* (Brünn) (*H. cymigerum* + *Pilosella bruennense*) 1267, 1269, 1271, 1273.
- H. No. XII + *Pilosella* (München) (*H. cymigerum* + *Pilosella vulgare a genuinum* I. *normale*) 1269.
- H? + umbellatum (*H. barbatum* + *umbellatum*) 1274.
- Ipomoea* purpurea 1250.
- Linaria* 1262, 1264.
- L. genistifolia* 1256.
- (*L. purpurea* = *L. striata* 1255.)
- L. striata* DC. 1255, 1256.
- L. triphylla* 1256.
- L. vulgaris* 1255, 1256.
- (*L. vulgaris* + *purpurea* = *L. vulgaris* + *striata* 1249.)
- L. vulgaris* + *striata* (1249 *L. v.* + *purpurea*) 1255, 1264.
- Lychnis diurna* 1276.
- Lychnis diurna* + *vespertina* 1265, 1273, 1276.
- Mais, siehe Zea.
- Matthiola annua* 1250. (*Cheiranthus a.*) 1272, 1273, 1276.
- Matthiola glabra* 1272.
- Melandrium rubrum* + *album* siehe *Lychnis diurna* + *vespertina*.
- Mirabilis* 1272.
- Mirabilis Jalapa* 1271, 1274, 1275.
- Mirabilis Jalapa* + *longiflora* 1264.
- Pisum* 1237—1238, 1241 bis 1247, 1270, 1275.
- Potentilla* 1250.
- Tropaeolum majus minus* 1250.
- Verbascum* 1256.
- V. phoeniceum* + *Blattaria* 1256.
- Veronica* 1250.
- Viola* 1250.
- Zea* 1272.
- Z. Cuzko* 1250.
- Z. Mays major* + *Cuzko* 1250.
- Z. Mays major* + *minor* 1250.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	1233
Die Briefe MENDEL's	1237
I. Anknüpfung. — Reihenbildung der Nachkommenschaft der Erbsenhybriden. Vergleich mit GÄRTNERS Angaben. — Neue Bastardierungsversuche mit <i>Hieracium</i> , <i>Cirsium</i> und <i>Geum</i> . Bitte um Unterstützung bei den Versuchen mit den ersten zwei Gattungen	1237
II. Vorgeschichte der Publikation der Abhandlung über die Erbsenhybriden. — Antwort auf NÄGELIS Einwurf hinsichtlich der dauernden Konstanz der aus den Bastarden isolierten konstanten Sippen. Ein Versuch im großen. Antwort auf die Frage nach der Natur der Formeln. — Übersendung von Erbsensamen für Kontrollversuche und Vorschlag zu einem solchen Versuch. — Vorhandenes Material für die Versuche mit Hieracien; Bericht über Versuche mit <i>Geum</i> , <i>Cirsium</i> , <i>Aquilegia</i> , <i>Linaria</i> , <i>Calceolaria</i> , <i>Zea</i> , <i>Ipomoea</i> , <i>Matthiola annua</i> , <i>Antirrhinum majus</i> , <i>Tropaeolum majus + minus</i> . Pläne für den kommenden Sommer (<i>Veronica</i> , <i>Viola</i> , <i>Potentilla</i> , <i>Carex</i>)	1241
III. Bericht über <i>Hieracium praealtum + H. stoloniflorum (H. florentinum subcymigerum + H. flagellare)</i> . Die Stammarten. Methodisches zur Castration der Hieracienblüten. Fruchtbarkeit des Bastardes; seine Blütenzahl das geometrische Mittel zwischen den Blütenzahlen der Stammeltern. — Neue Bastardierungsversuche mit Hieracien. — Beobachtungen an <i>Cirsium praemorsum (= oleraceum + rivulare) + C. canum</i> (2 Formen), an <i>Geum urbanum + G. rivale</i> , <i>Linaria vulgaris + L. striata</i> , <i>Verbascum phoeniceum + V. Blattaria</i> (Verlängerte Lebensdauer und Fertilität eines Individuums)	1251
IV. Bitte um Überlassung von Material für die Bastardierungsversuche mit Hieracien	1257
V. Dank für die gesandten Samen. — Bericht von der Wahl zum Abte. — Nachricht von einigen neuen Hieracienbastarden	1258
VI. Mißgeschick mit den übersandten lebenden Pflanzen. — Weiterer Bericht über <i>Hieracium praealtum + H. stoloniflorum (H. florentinum subcymigerum + H. flagellare)</i> , sowie einige weitere Hieracienbastarde	1260
VII. Begleitschreiben zu einer Sendung lebender Bastarde aus den Gattungen <i>Hieracium</i> , <i>Cirsium</i> , <i>Geum</i> und <i>Linaria</i> , nebst Bemerkungen über dieselben und weitere Versuche	1262
VIII. Augenleiden infolge der Kastrationsarbeiten bei <i>Hieracium</i> . — Bemerkungen zu den gleichzeitig übersandten Hieracienbastarden. Ungleiche Eignung der verschiedenen Piloselloiden-Arten zur Bastardbildung; Reihe von dem unbrauchbaren <i>H. aurantiacum</i> bis zu den vollkommen verlässlichen <i>H. Auricula</i> und <i>H. cymigerum</i> . Das Art-Material zu diesen Versuchen. — Die Vielförmigkeit der Hieracienbastarde in der	

	Seite
I. Generation und Beispiele dazu. Möglichkeit spontaner Bastardierung; ein Tripelbastard. — Fast vergebliches Mühen mit Archieracien. — Wieviel Pollenkörner sind bei <i>Mirabilis</i> zur Befruchtung nötig? — Bastarde von <i>Matthiola</i> , <i>Zea</i> und <i>Mirabilis</i> , die sich wie die Erbsenbastarde verhalten. — <i>Lychnis vespertina</i> + <i>L. diurna</i> . — Schwierigkeiten bei <i>Matthiola</i>	1266
IX. Bericht über <i>H. Auricula</i> + <i>H. aurantiacum</i> und andere Hieracienbastarde. — Wiederholung des Versuches, <i>Mirabilis Jalapa</i> mit einem Pollenkorn zu bestäuben. — Können zwei Pollenkörner gemeinschaftlich an der Befruchtung teilnehmen? — Schwierigkeiten bei <i>Matthiola annua</i> . — Verhält sich die Geschlechtsdifferenz wie ein Merkmal der Erbsenrassen? (<i>Lychnis diurna</i> + <i>L. vespertina</i> .)	1273
X. Begleitende Bemerkungen zu der letzten Sendung von Hieracienbastarden. — Konstante Nachkommenschaft der Hieracienbastarde. — Versuchte Rückbastardierung mit den Stammeltern und ihr Ergebnis. Vergebliche Kastrationsversuche, ihre Ursache. — Arten, von denen zahlreiche Bastarde erwiesen sind, altersschwach?	1277
Zusätze des Herausgebers	1281
Hieracienbastarde	1281
Verhält sich die Geschlechtsdifferenz wie ein Merkmal der Erbsenhybriden, „spaltet“ sie?	1285
Zusammenstellung der von G. MENDEL experimentell erzeugten Hieracienbastarde	1291
Verzeichnis der in den Briefen MENDELS erwähnten Pflanzennamen	1294

Register

der Pflanzen, über die Beobachtungen und Experimente vorliegen.

- Achillea macrophylla* 37.
Achillea mochata 37.
Achillea nana 37.
Arabis albida (foliis variegatis) 990—1023.
Arabis albida albina 1018.
Arabis albida albinotica 1018.
Arabis albida chlorotica 1018.
Arabis albida chlorotidermis 1009—1012, 1018.
Arabis albida chlorotipyrenus 1009—1012.
Arabis albida leucodermis 994—1000, 1005 bis 1008, 1018.
Arabis albida pseudoleucodermis 1000 bis 1008, 1018.
Arabis alpina 990.
Argemone mexicana 335.
Argemone ochroleuca 335.
Aubrieta graeca albina 1018.
Aubrieta graeca leucodermis 1012—1014, 1018.
Aubrieta purpurea albina 1018.
Aubrieta purpurea leucodermis 1012—1014, 1018.
- Bryonia alba* 44, 344, 406, 462, 558, 688, 1054, 1289.
Bryonia dioica 44, 344, 406, 462, 558, 688, 1289.
- Campanula medium* 352, 434—443.
Campanula medium calycanthema 434—443.
Capsella bursa pastoris albovariabilis 965 bis 988, 1069, 1071.
Capsella bursa pastoris chlorina 965—988.
Cardamine pratensis 735—759, 994.
Carex echinata 37.
Carex foetida 37.
Cerastium 40.
Chelidonium laciniatum 408.
Chelidonium majus 408.
Cirsium acaule 841.
Cirsium arvense 823—848.
- Cirsium heterophyllum* 37.
Cirsium oleraceum 825, 836, 838—841.
Cirsium palustre 37, 835, 841—845.
Cirsium spinosissimum 37.
Cirsium Velenovskyi 845—848.
- Dimorphoteca pluvialis* 484—497, 557.
- Echium* 586.
Epilobium angustifolium 21, 39, 311, 312.
Epilobium hirsutum 791.
Erodium cicutarium 404, 462.
- Fagopyrum tataricum* 1075.
Funkia aurea 1284.
Funkia ovata 1284.
Funkia Sieboldiana 1284.
Funaria hygrometrica 1055.
- Geranium pratense* 523, 526, 544, 586.
Geranium silvaticum 523, 586.
Geum 462, 541.
Geum intermedium 515, 523, 533, 553, 585, 592.
Glechoma hederacea albinotica 1018.
Glechoma hederacea pseudoleucodermis 1017, 1018.
- Hieracium Auricula albomaculatum* 1198.
Hyoscyamus annuus 332, 338—340, 343.
Hyoscyamus niger 273, 332, 408—414, 1134.
Hyoscyamus pallidus 273, 332, 338—340, 1134—1136.
- Ipomoea imperialis albomarmorata* 1029 bis 1037, 1066.
Ipomoea imperialis chlorina 1029—1037.
Ipomoea imperialis reduplicata 1065.
Ipomoea imperialis stigmatanthera 1065.
- Knautia* 586.
Knautia arvensis 510.
Knautia silvatica 510.

- Lilium bulbiferum* 735.
Linaria vulgaris 813.
Linum grandiflorum 1081—1087.
Linum narbonense 1075.
Linum perenne 1231.
Linum usitatissimum 1075.
Lunaria annua albomarginata 645, 987, 1066, 1206.
Lythrum hyssopifolium 1075.
Lythrum Salicaria 1075.

Matthiola 8, 11, 25—41, 283, 1272.
Melandrium 925—945, 964, 1087, 1163 bis 1166, 1172—1174, 1181, 1273, 1287.
Melandrium album 37, 39, 311, 340—342, 859—879, 1092—1132.
Melandrium rubrum 37, 39, 311, 340—342, 859—879, 1092—1132.
Mercurialis annua versicolor 1043—1050, 1071.
Mercurialis annua xantha 1043—1050.
Mesembryanthemum cordifolium albopelluculatum 1014—1018, 1184.
Mesembryanthemum cordifolium expallescens 1018.
Mimulus tigrinus 443—448.
Mimulus tigrinus calycanthemus 443—448.
Mirabilis Jalapa 42, 272, 315—328, 415 bis 429, 1265, 1272, 1275.
Mirabilis Jalapa alba 427, 474, 479.
Mirabilis Jalapa albomaculata 633, 978, 1000, 1019, 1037, 1063, 1185, 1187, 1202, 1205.
Mirabilis Jalapa albovariabilis 978.
Mirabilis Jalapa aurea 337.
Mirabilis Jalapa chlorina 614—643, 891 bis 912, 1065.
Mirabilis Jalapa delicata 698—702, 1062.
Mirabilis Jalapa gilva 479.
Mirabilis Jalapa longiflora 42, 316—317, 323—324, 427, 632, 1265, 1272.
Mirabilis Jalapa rosea 474.
Mirabilis Jalapa sordida 695—697, 760 bis 784, 1066.
Mirabilis Jalapa striata 662—668.
Mirabilis Jalapa variegata 618—633 657 bis 662, 891 ff., 1043, 1206.
Mirabilis Jalapa xantha 891—912, 1004, 1065.

Papaver Rhoeas 279, 311.
Peronospora Rumicis 1179.
Petunia nyctaginiflora 282, 734.
Petunia violacea 282, 334, 734.
Phagopyrum esculentum 1075, 1076—1081, 1084—1087.

Phagopyrum tataricum 1075.
Physcomitrium pyriforme 1055.
Physcomitrium turbinatum 1055—1056.
Phyteuma Halleri 345.
Phyteuma spicatum 345.
Pisum 10—18, 22.
Plantago lanceolata 508—509, 527, 586, 598, 602.
Polemonium coeruleum 346, 1281.
Polemonium flavum 346, 1281.
Primula acaulis 1222.

Raphanus 345.
Rumex Acetosa 1172.

Salpiglossis variabilis 792.
Salvia pratensis 398.
Satureja hortensis 398—402, 455—460, 484, 499—503, 513—552, 564—597, 598.
Scabiosa 462, 509, 586.
Senecio nebrodensis 1190.
Senecio vernalis 1190.
Senecio vulgaris albomaculata 1188.
Silene Armeria albida 1070.
Silene Armeria rosea 1070.
Silene dichotoma 507—508, 522, 528, 543, 586, 598,
Silene inflata 403—407, 460—463, 484, 503—507, 522, 527, 533, 586, 589, 598.
Silene orientalis 522, 543, 589.
Silene Otites 516.
Stellaria media albomaculata 1182—1188, 1199—1207.

Taraxacum officinale albomaculatum 1193 bis 1207.
Trinia glauca 950—964, 1070.
Tropaeolum majus albolpulverum 1037 bis 1043, 1066.
Tropaeolum majus chlorinum 1037—1043.

Urtica Dodartii 408, 880—891, 1073.
Urtica pilulifera 408, 880—891, 1073.
Urtica pilulifera albomaculata 1000, 1037.
Urtica pilulifera chlorina 634—645.
Urtica urens peraeura 912—924, 1067, 1207 bis 1211.

Veronica gentianoides 1212—1232.
Veronica gentianoides albocincta 1024 bis 1029.

Zea Mays 1—8, 21, 29, 55—64, 65—264, 287—299, 347, 476, 1272.