

LEHRBUCH
DES OBSTBAUS
AUF PHYSIOLOGISCHER
GRUNDLAGE

VON

Dr. FRITZ KOBEL

BOTANIKER AN DER SCHWEIZERISCHEN VERSUCHSANSTALT FÜR
OBST-, WEIN- UND GARTENBAU IN WÄDENSWIL

MIT 63 ABBILDUNGEN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1931

ISBN 978-3-662-05463-5 ISBN 978-3-662-05508-3 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-05508-3

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.
COPYRIGHT 1931 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER IN BERLIN 1931
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1931



Ir. J. P. NIEUWSTRATEN

MEINEM VEREHRTEN LEHRER
HERRN PROFESSOR DR. ED. FISCHER
IN BERN
ZUM SIEBZIGSTEN GEBURTSTAGE
GEWIDMET

Vorwort.

Eingehende Forschungen aus den letzten Jahrzehnten ermöglichen uns wertvolle Einblicke in die Lebenserscheinungen unserer Kern- und Steinobstbäume. Eine gründliche Durchsicht der vielen Untersuchungen hat mich zum Schluß geführt, daß sie in ihrer Gesamtheit bereits eine pflanzenphysiologische Betrachtungsweise des Obstbaues ermöglichen. Im vorliegenden Buch habe ich deshalb versucht, dieses Wissen zusammenfassend darzustellen.

Dieser Überblick kann und will nicht die praktischen Handbücher des Obstbaus, z. B. diejenigen von GAUCHER-HESDÖRFER oder BOETTNER-POENICKE und andere ersetzen. Es soll vielmehr versucht werden, zu zeigen, *warum* und unter welchen Bedingungen die dort beschriebenen praktischen Handgriffe und Kulturmaßnahmen zur Durchführung gelangen können. Es sollen also auf Grund von pflanzenphysiologischen Forschungen die Voraussetzungen für einen erfolgreichen praktischen Obstbau erläutert werden. Daß bei einer solchen Bearbeitung sich manche althergebrachte Auffassung als unrichtig erweisen kann, und daß eine Klarstellung mancher Begriffe nötig wird, liegt in der Natur der Sache.

Solange wir auf irgendeinem Gebiete des Pflanzenbaus einzig über die eigenen *Erfahrungen* und diejenigen unserer Vorfahren verfügen, sind wir auf zahlreiche bestimmte Vorschriften und Rezepte angewiesen, die unter ganz bestimmten Umständen richtig sein mögen, aber unter andern völlig versagen, ohne daß wir die Ursache zu begreifen vermögen. Sobald wir dagegen die *Gesetzmäßigkeiten*, denen unsere Kulturpflanzen unterstellt sind, in ihren Grundzügen kennen, sehen wir auch den nur bedingten Wert der vielen Rezepte ein und können unsere Maßnahmen auf viel sicherer Grundlage treffen. Die hier versuchte Bearbeitung der bekannten physiologischen Tatsachen und Gesetzmäßigkeiten möchte somit als Theorie für eine verbesserte Praxis aufgefaßt werden.

Es konnte sich nicht darum handeln, die große bestehende Literatur lückenlos zusammenzustellen. Dieser Aufgabe könnte nur ein mehrbändiges Handbuch genügen. Immerhin wurden die dargelegten Auffassungen nach Möglichkeit anhand der bestehenden Untersuchungen begründet. Die Literatur ist am Schlusse des Buches nach Abschnitten zusammengestellt, um das Satzbild möglichst lesbar zu erhalten. Die Hinweise erfolgen im Text durch Anführung des Jahres, in dem die betreffende Arbeit erschienen ist, hinter dem Namen des Forschers.

Das Hauptaugenmerk wurde darauf gerichtet, wesentliche Teilfragen möglichst scharf herauszuarbeiten und den Stand unseres Wissens über sie möglichst klar zur Darstellung zu bringen. So kommen auch die Lücken der Forschung am besten zum Ausdruck, und ich hege die Hoffnung, das Buch möchte auch zu neuen Forschungen etwelche Anregungen bieten.

Die Disposition des Stoffes war durch das gestellte Ziel gegeben. Es mußten die für den Obstpflanzer wichtigsten Lebensvorgänge in den Vordergrund gerückt werden. Dies sind ohne Zweifel die Blütenanlage und die Fruchtbildung; denn die Zahl der angelegten Blütenknospen und die Menge der aus ihnen hervorgehenden Früchte entscheiden über den Ertrag, und damit auch über die Wirtschaftlichkeit des Obstbaues. Zum besseren Verständnis dieser beiden Abschnitte mußte aber ein kurzes Kapitel über die allgemeine Physiologie vorausgeschickt werden. Hierbei ergab sich die willkommene Gelegenheit, auch auf das vegetative Wachstum der Bäume und seine Abhängigkeit von Außenfaktoren einzutreten. Im letzten Hauptabschnitt wurden die wichtigsten Zusammenhänge zwischen vegetativem Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung besprochen und dabei besonderes Gewicht auf die Unterlagenfrage gelegt. Nur wenn diese Lebensäußerungen in ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen abgeklärt sind, ist es möglich, sich ein befriedigendes Bild vom Leben der Bäume zu machen und sich in allen praktisch vorkommenden Fällen die richtige Maßnahme abzuleiten, um fördernd oder korrigierend in das Lebensgeschehen unserer Obstbäume einzugreifen und so über das Stadium der mehr oder weniger kritiklosen Anwendung von Rezepten, Vorschriften und „Systemen“ hinauszukommen, die uns so oft irreführen. Am Schluß dieses Abschnittes wurde versucht, einen kurzen Überblick über die Behandlungsweisen von Bäumen in verschiedenen Wuchs- und Fruchtbarkeitszuständen zu geben. Im Hauptabschnitt V sind endlich diejenigen Fragestellungen zusammengestellt, die sich auf die Züchtung neuer Sorten beziehen. Sie sind durch die genetischen und cytologischen Untersuchungen der letzten Jahre in ein wesentlich neues Licht gerückt worden.

Das Buch wendet sich in erster Linie an alle diejenigen, die irgendwie auf dem Gebiete des Obstbaues lehrend tätig sind, an ihre Schüler und an die fortschrittlichen Obstpflanzer und Landwirte. Es wurde auf möglichst einfache, allgemeinverständliche Darstellung geachtet; doch war ein näheres Eintreten auf physiologische Einzelheiten bei der erwähnten Fragestellung nicht zu umgehen.

Mein herzlicher Dank gebührt vor allem der Verlagsbuchhandlung für das liebenswürdige Entgegenkommen und die gute Ausstattung des Buches, meinem Assistenten, Herrn PAUL STEINEGGER, für mannigfache Mitarbeit und meiner Frau für die Zusammenstellung des Registers. Auch allen anderen, die mir in irgendeiner Weise behilflich waren, sei an dieser Stelle bestens gedankt.

Wädenswil, im März 1931.

F. KOBEL.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Allgemeines über die Physiologie der Obstbäume	I
A. Die Aufnahme des Wassers aus dem Boden	I
B. Der Transport des Wassers und die Transpiration	4
C. Die Aufnahme und der Verbrauch von Mineralstoffen	8
D. Die Assimilation des Kohlenstoffes	14
E. Die Aufspeicherung und Verwendung von Reservestoffen	19
F. Der Einfluß von Kälte und Wärme	28
G. Das vegetative Wachstum	33
II. Die Blütenbildung	40
A. Die ersten Anfänge der Blütenbildung	40
B. Die Entwicklung der Blütenknospen bis zur Winterruhe	45
C. Die Theorien über die Ursachen der Blütenbildung	47
D. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch Kulturmaßnahmen	58
1. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch die Düngung	58
2. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch die Veredlungsunterlage	59
3. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch Förderung oder Hemmung der Assimilation	61
4. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch Ringelung und Strangulierung	63
5. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch den Baumschnitt	69
6. Der Wechsel von Ausfallsjahren und Tragjahren	71
III. Die Fruchtbildung	73
A. Die Entfaltung der Blüten	73
B. Der Fruchtsatz als Folge der Befruchtung	85
1. Der normale Befruchtungsvorgang	85
a) Die Ausbildung des Pollens	85
b) Die Ausbildung des weiblichen Geschlechtsapparates	90
c) Die Befruchtung und Samenbildung	92
2. Abweichungen vom normalen Befruchtungsvorgang	96
a) Die morphologisch bedingte Sterilität	96
b) Die Pollensterilität	97
α) Die Untersuchung des Pollens in künstlichen Medien	97
β) Die cytologisch bedingte Pollensterilität	103
γ) Die ernährungsphysiologisch bedingte Pollensterilität	123
c) Die Sterilität der weiblichen Geschlechtszellen	127
d) Die Ausbildung tauber Samen	128
e) Die Selbststerilität und Intersterilität	134
α) Begriffe und Untersuchungsmethoden	134
β) Die Grenzen der Fremdbefruchtung	139
γ) Die Ursachen der Selbststerilität und Intersterilität	141
d) Die Selbststerilität und Intersterilität bei den einzelnen Obstarten	148
I. Selbststerilität und Intersterilität bei Apfelsorten	148
II. Selbststerilität und Intersterilität bei Birnsorten	152
III. Selbststerilität und Intersterilität bei Quittensorten	153
IV. Selbststerilität und Intersterilität bei Süßkirschensorten	153
V. Selbststerilität und Intersterilität bei Sauerkirschensorten	156
VI. Selbststerilität und Intersterilität bei Pflaumen- und Zwetschgensorten	157
VII. Selbststerilität und Intersterilität bei Aprikosensorten	160
VIII. Selbststerilität und Intersterilität bei Pfirsich- und Mandelsorten	160

	Seite
3. Die Übertragung des Pollens	161
4. Die Xenienfrage	165
5. Zusammenstellung der praktischen Konsequenzen, die sich aus den Befruchtungsverhältnissen ergeben	169
C. Der Fruchtansatz ohne Befruchtung	172
1. Die Parthenokarpie	172
2. Die Apogamie	178
D. Die Entwicklung der Frucht	180
1. Das vorzeitige Abfallen der Früchte	180
a) Allgemeines	180
b) Der Junifall	181
α) Mangelhafte Befruchtung und Junifall	181
β) Zweigstärke und Junifall	182
γ) Wasserversorgung und Junifall	183
δ) Versorgung mit Mineralstoffen und Junifall	184
ϵ) Versorgung mit organischen Stoffen und Junifall	186
2. Die Entwicklung der Früchte bis zur Baumreife	187
a) Der Vorgang des Reifens	187
b) Der Einfluß äußerer Faktoren auf die heranreifende Frucht	191
c) Der Einfluß der Kernzahl auf die Größe und Qualität der Frucht	197
d) Die reife Frucht	201
IV. Die Beziehungen zwischen vegetativem Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung	204
1. Vegetatives Wachstum und Blütenanlage	204
2. Vegetatives Wachstum und Fruchtbildung	206
3. Blütenanlage und Fruchtbildung	207
4. Die Beeinflussung von Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung durch die Veredlungsunterlage	208
5. Die Auswertung der Beziehungen zwischen Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung im praktischen Obstbau	212
a) Die Gruppierung der Bäume nach Wuchs und Fruchtbarkeit	212
b) Die Behandlung der zu schwach wachsenden Bäume	214
α) Allgemeine Bemerkungen	214
β) Schwachwüchsige nicht blühbare Bäume	217
γ) Schwachwüchsige nur blütenbildende Bäume	217
δ) Schwachwüchsige abwechselnd tragende Bäume	217
ϵ) Schwachwüchsige alljährlich tragende Bäume	218
c) Die Behandlung der mäßig wachsenden Bäume	218
α) Allgemeine Bemerkungen	218
β) Mäßig wachsende nicht blühbare Bäume	219
γ) Mäßig wachsende nur blütenbildende Bäume	220
δ) Mäßig wachsende abwechselnd tragende Bäume	221
ϵ) Mäßig wachsende alljährlich tragende Bäume	221
d) Die Behandlung der zu üppig wachsenden Bäume	221
V. Die Züchtung neuer Obstsorten	224
A. Die Bedeutung der Sortenzüchtung	224
B. Die Wege der Sortenzüchtung	225
1. Die Selektion von Knospenmutationen	225
2. Die Auswertung von Zufallsämlingen	230
3. Die systematische Sämlingszüchtung	230
a) Die genetischen und cytologischen Voraussetzungen	230
b) Die Technik der Sortenzüchtung	238
c) Die Züchtung neuer Apfelsorten	240
d) Die Züchtung neuer Birn- und Quittensorten	242
e) Die Züchtung neuer Kirscharten	243
f) Die Züchtung neuer Pflaumen- und Zwetschgensorten	245
g) Die Züchtung neuer Aprikosensorten	247
h) Die Züchtung neuer Pfirsich-, Nektarinen- und Mandelsorten	248
Literaturverzeichnis	249
Sachverzeichnis	262

I. Allgemeines über die Physiologie der Obstbäume.

A. Die Aufnahme des Wassers aus dem Boden.

Bedeutung des Wassers. — Wasseraufnehmende Organe. — Bodenfeuchtigkeit, Wasserkapazität, Wasserüberschuß. — Saugkraft des Bodens. — Saugkraft der Wurzelhaare. — Menge der Saugwurzeln. — Vordringen der Wurzeln in die Breite und Tiefe.

Die Verwendung des Wassers in der Pflanze ist eine mannigfache. Seine erste Aufgabe nach dem Eintritt besteht im Transport der in ihm gelösten Mineralstoffe, die gleichzeitig mit ihm aus dem Boden aufgenommen werden. Es ist aber auch Lösungs- und Transportmittel für die zahllosen organischen Verbindungen, vor allem für die Zuckerarten, Aminosäuren, Gerbstoffe. Es dient ferner zum Prallhalten der Gewebe und ermöglicht chemische Umsetzungen der verschiedensten Art. Eine passende Wasserversorgung ist deshalb die wichtigste Voraussetzung für das Gedeihen unserer Obstbäume. Wasserüberfluß und Wassermangel haben sogleich schädigende Wirkungen zur Folge.

Das Wasser wird durch die äußersten Verzweigungen der Wurzeln aufgenommen. Eine kurze Strecke hinter der Wurzelspitze finden sich haarförmige Ausstülpungen der Epidermis, die Wurzelhaare, die sich um die feinsten Erdpartikel schmiegen und vermöge ihrer Saugkraft Wasser aus dem Boden entnehmen (Abb. 1). Die Wasseraufnahme hängt somit ab von der Menge des im Boden vorhandenen Wassers, von der Kraft, mit der es der Boden zurückhält, von der Saugkraft der Wurzeln und von der Menge der Wurzelhaare.

Die *Menge des im Boden enthaltenen Wassers* entscheidet als wichtigster Faktor, ob an einem bestimmten Ort Obstbau möglich ist oder nicht. Bei Neuanlagen oder bei der Sanierung von alten, schlecht gedeihenden Anlagen ist

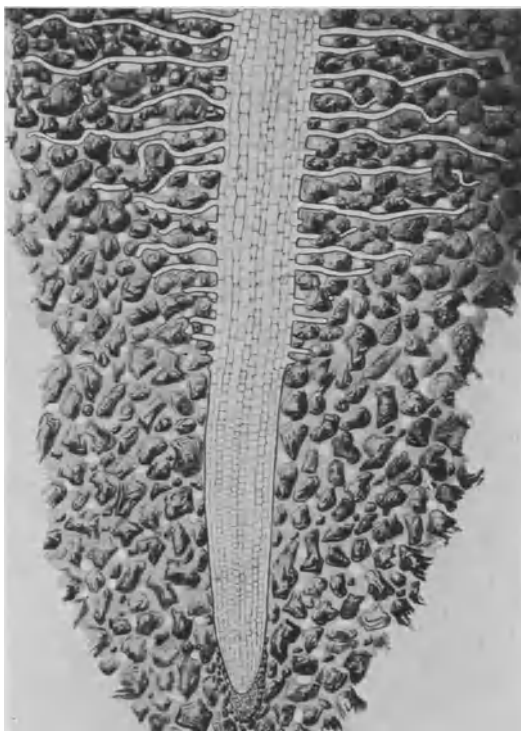


Abb. 1. Wurzelspitze mit Wurzelhaaren.

Unten die Wurzelhaube, etwas weiter zurück die als Wurzelhaare bezeichneten Ausstülpungen der Epidermis, die zwischen den Bodenpartikelchen eindringen, sich um diese herumlegen und ihnen Wasser entziehen. (Photographie einer Wandtafel von MÜLLER-THURGAU.)

immer in erster Linie die Frage zu entscheiden, ob die herrschenden Bodenverhältnisse, vor allem auch in bezug auf ihren Wassergehalt, genügen. Trifft dies nicht zu, so stellt sich die weitere Frage, ob eine Sanierung in Form von Bewässerung oder Entwässerung wirtschaftlich tragbar sei. Dabei ist es unmöglich, schematisch anzugeben, bei welcher jährlichen Regenmenge, bei welcher Tiefgründigkeit oder bei welcher Wasserkapazität des Bodens und bei welchem Grundwasserstand Obstbau noch möglich sei. Die erwähnten Faktoren und dazu noch eine Reihe anderer, wie die Verteilung der Niederschläge während des Jahres, die Luftfeuchtigkeit, die Häufigkeit von Nebel- und Wolkenbildung, greifen in komplizierter Weise ineinander, so daß eine Reduktion des Problems der Wasserversorgung auf einfache Linien nicht möglich ist. Es gibt flachgründige, aber reiche Böden, in denen Obstbäume sehr gut gedeihen, sei es, daß die Niederschläge verhältnismäßig häufig und auf die ganze Vegetationsperiode verteilt sind, sei es, daß die Verhältnisse für künstliche Bewässerung günstig liegen. Die jährliche Regenmenge, bei der Obstbau ohne künstliche Bewässerung getrieben werden kann, schwankt in weiten Grenzen. So sollen nach GARDNER, BRADFORD und HOOKER (1922) in Dalles im Staate Oregon Aprikosen, Pflaumen und Süßkirschen bei einer durchschnittlichen jährlichen Regenmenge von nur 16—17 Zoll (= ca. 400—430 mm) noch sehr gute Ernten liefern. In der Schweiz stehen vielfach gesunde Obstbäume noch in Gebieten mit über 1500 mm Niederschlag. Jedenfalls gehören unsere Kern- und Steinobstarten zu denjenigen Bäumen, die gegen Wasserknappheit widerstandsfähiger sind als gegen stagnierende Bodenfeuchtigkeit.

Der Wassergehalt des Bodens kann durch die verschiedenen Bewirtschaftungsarten weitgehend beeinflußt werden. So ist in trockenen Gebieten mehrfach die Tatsache nachgewiesen worden, daß die Bodenfeuchtigkeit in Obstanlagen mit offenem, jährlich mehrmals gelockertem Boden höher bleibt als in entsprechenden Obstgärten mit Gras als Unterkultur. Es ist hier sowohl die krümelige Struktur der obersten Bodenschichten, welche eine Wasserverdunstung hemmt, im Spiele, als auf der anderen Seite auch der Wasserverlust durch die Transpiration des Grases. Wo Wasserknappheit herrscht, wird daher ein offener Boden den Wasserhaushalt verbessern, sofern er gehörig bearbeitet wird und die wasserbrauchenden Unkräuter entfernt werden. In manchen amerikanischen Obstanlagen wird der Wasservorrat des Bodens durch Bedeckung mit Stroh und ähnlichen Materialien noch besonders geschont.

Ebenso gefährlich wie Wasserknappheit wirkt auch ein Wasserüberschuß. Zwar gibt nicht das Wasser als solches den Ausschlag, sondern die mit dem Eindringen von Wasser verbundene Sauerstoffverdrängung und die Anreicherung an Kohlensäure im Boden. HARRIS (1926) konnte nämlich zeigen, daß man junge Obstbäume sogar in Wasserkulturen erziehen kann, wenn man nur die Vorsicht gebraucht, das Wasser alle drei Tage zu erneuern. Diese mit dem Wasserüberfluß verbundenen Schädigungen machen sich naturgemäß vor allem in schweren Böden und an Orten mit hohem und namentlich an solchen mit schwankendem Grundwasserstand geltend. Schwere Böden, welche die Niederschläge lange zurückhalten, können mit Sauerstoff nicht ordentlich durchlüftet werden und sammeln die durch die Atmung der Wurzeln und die Tätigkeit von Bodenbakterien entstehende Kohlensäure an. Es sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß in schweren Böden das Feststampfen der Erde bei der Pflanzung von Jungbäumen sehr schädlich werden kann, weil dadurch stagnierende Nässe und geringe Bodendurchlüftung verursacht wird.

Wo Grundwasser vorhanden ist, können die Wurzeln unserer Obstbäume, im Gegensatz zu denjenigen von Weiden, Pappeln und anderen wildwachsenden

Gehölzen, nicht mehr existieren. Sehr häufig sind Schädigungen durch die Verschiebung des Grundwasserspiegels nach oben beobachtet worden. Die in die Tiefe vorgedrungenen Wurzeln wurden abgetötet oder stark beschädigt. So kann man gelegentlich die paradoxe Erscheinung beobachten, daß nach einer Erhöhung des Grundwasserspiegels die Blätter der Bäume Anzeichen von Wassermangel erkennen lassen. Diesen Schwankungen des Grundwasserspiegels ist um so mehr Beachtung zu schenken, als HARRIS (1926) gezeigt hat, daß die Wurzeln der Obstbäume in klimatisch begünstigten Gebieten sogar während des Winters wachsen. Jedenfalls beginnt ihr Wachstum auch in unsern Breiten sehr zeitig im Frühjahr, so daß wohl an manchen Orten die Hebung des Grundwasserspiegels zur Zeit der Schneeschmelze Schädigungen der Wurzeln zur Folge haben muß.

Zum Verständnis des Wasserhaushaltes müssen wir uns vergegenwärtigen, auf welche Weise das Wasser im Boden zurückgehalten wird. Man nimmt an, daß die feinen Öffnungen des Bodens durch ihre Kapillarwirkung an der Aufspeicherung des Wassers mitwirken, daß es daneben aber auch in Form von feinen Häutchen an die kleinsten Bodenpartikel adsorbiert vorkomme. Die verschiedenen Bodenarten sind in sehr ungleicher Weise befähigt, das Wasser zurückzuhalten. Das Wasserfassungsvermögen wird im allgemeinen um so größer, je feiner die Körnchen des Bodens sind. Es kann beispielsweise für Humus- und feine Tonböden über 50 Volumprozent betragen, sinkt dagegen bei groben Sand- und Kiesböden bis auf 10⁰/₁₀.

Die *Kraft, mit der das Wasser im Boden zurückgehalten wird*, schwankt nicht nur nach der Bodenart, sondern auch mit dem Wassergehalt des Bodens selbst. Je trockener ein Boden wird, desto fester hält er das Wasser zurück. Für uns wäre es wichtig, zu wissen, wie tief der Wassergehalt eines bestimmten Bodens sinken darf, ohne daß die Bäume Schaden leiden. Da sich eine Schädigung zuerst durch Welken der Blätter anzeigt, haben BRIGGS und SHANTZ (1912) den Welkungskoeffizient als wichtiges Maß eingeführt. Sie bezeichnen mit diesem Ausdruck denjenigen in Prozent des Trockengewichtes ausgedrückten Wassergehalt des Bodens, bei dem die Pflanzen zu welken beginnen und ohne Wasserzufuhr welkend bleiben. Die Differenz zwischen dem vorhandenen Wassergehalt eines Bodens und dem Welkungskoeffizient ergibt also die für die Pflanze zugängliche Wassermenge. Die Rechnung mit diesem Maß hat sich allerdings in der Praxis als schwierig erwiesen, weil die zu seiner Berechnung aufgestellten Formeln sich nicht als einwandfrei herausstellten. Es sei für diese Fragen auf die bestehende bodenkundliche Spezialliteratur verwiesen.

Wenn eine Pflanze mit ihren Wurzeln Wasser aus einem Boden aufnehmen soll, so muß der Widerstand, mit dem das Wasser im Boden festgehalten wird, durch die Wurzelhaare überwunden werden. Die Pflanze muß in einer gegebenen Zeit gerade so viel Wasser aufsaugen, als sie zu ihrem Leben in dieser Zeit notwendig hat. Die *Saugkraft der Epidermiszellen der Wurzelspitze* ist daher, wie URSPRUNG und seine Mitarbeiter (1925, 1926) ausführen, ein Maß für den Widerstand, mit dem das Wasser im Boden festgehalten wird. Wäre dieser Widerstand größer als die Saugkraft der Wurzelhaare, so müßte die Pflanze welken, und wäre sie kleiner, so müßte sich die Saugkraft der Wurzelhaare regulatorisch bis zum Ausgleich der Kräfte ändern. Die Saugkraft der wasseraufnehmenden Zellen einer Pflanze kann daher keine konstante Größe sein. Sie muß sich vielmehr nach den im Boden herrschenden Wasserverhältnissen richten. In welchen Grenzen die Saugkraft der Wurzelhaare unserer Obstbäume schwanken kann, ist nicht bekannt.

Von der *Menge der feinsten Wurzelverzweigungen eines Baumes* können wir uns kaum einen Begriff machen; sie ist jedenfalls riesig groß. Beim Ausgraben

eines Baumes beobachten wir sie nur zum geringsten Teil; denn sie liegen oft sehr weit von der Stammbasis entfernt. Was wir sehen, sind verholzte Haupt- und Nebenwurzeln, die selbst zur Wasseraufnahme nicht geeignet sind und nur noch dem Wassertransport und der Verankerung des Baumes im Boden dienen.

Das ganze Wurzelsystem beträgt nach Bestimmungen amerikanischer Forscher 25—30% des gesamten Baumgewichtes. Es wird oft behauptet, daß der aufnahmefähige Teil dieses Systems zum größten Teil ungefähr unter der Kronentraufe der Bäume zu finden sei. Diese Angabe, nach der wir Bewässerung und Düngung vorzunehmen hätten, ist immerhin mit einiger Vorsicht aufzunehmen. In reichen und feuchten Böden finden sich zahlreiche Wurzelspitzen auch unter der Krone zwischen Stamm und Traufe, und in trockenen und armen Böden durchziehen die Wurzeln Gebiete, die weit außerhalb der Kronentraufe liegen. So fand der Amerikaner BAILEY bei einem Birnbaum der Sorte Howell, dessen Kronendurchmesser nur 2 m betrug, noch Wurzeln in einem Abstand von mehr als 6 m vom Stamm. Ähnliches ist bekannt für das Vordringen der Wurzeln nach der Tiefe hin. Bei wenig tiefgründigen Böden, oder bei hohem Grundwasserstand, sind die Wurzelspitzen an die obersten Erdschichten gebunden. In mehr lockeren, tiefgründigen Böden können sie dagegen in sehr beträchtliche Tiefen vordringen. Eine Ausnützung solcher Böden bis zu 3 m Tiefe dürfte nach den Beobachtungen einiger Forscher nicht selten sein. Die äußersten Angaben über das Vordringen von Obstbaumwurzeln nach der Tiefe stammen aus trockenen Gebieten Kaliforniens. Dort sollen nach CHANDLER (1925) Kirschbaumwurzeln noch in 6 m Tiefe und Wurzeln von Pflaumbäumen sogar in 7 m Tiefe gefunden worden sein.

Das Vordringen der Wurzeln im Boden ist nicht nur abhängig von den Bodenverhältnissen selbst. Es richtet sich auch nach den für die Ernährung der Wurzeln zur Verfügung stehenden organischen Substanzen. Wenn der Aufbau von Kohlehydraten durch Beschädigungen des Blattwerkes gehemmt ist, oder wenn der entstehende Zucker von einem reichen Früchtebehang aufgezehrt wird, so muß dadurch das Wurzelsystem in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Angabe von CHANDLER (1923), die von HATTON, GRUBB und AMOS (1923) bestätigt wurde, daß ein starker Rückschnitt der Krone das Wurzelwachstum beeinträchtigt, ist deshalb nicht verwunderlich.

B. Der Transport des Wassers und die Transpiration.

Wasserleitungsbahnen und Wassertransport. — Die Verdunstung des Wassers (Transpiration) und ihre Abhängigkeit von der Wasserzufuhr und Luftfeuchtigkeit. — Verteilung des Wassers außerhalb der Gefäße. — Saugkraft der Blätter und anderer Gewebe.

Aus den Wurzelhaaren gelangt das Wasser vorerst in die Wasserleitungsbahnen der Wurzeln. Seit den Untersuchungen von URSPRUNG weiß man, daß dieser Transport quer durch die Wurzeln durch eine von außen nach innen zunehmende Saugkraft der Zellen ermöglicht wird. Der Aufwärtstransport des Wassers vollzieht sich in den Gefäßen des Holzes (Abb. 2 und 3). Man kann daher am Stamm oder an den Ästen eines Baumes zwischen zwei benachbarten, bis auf das Holz führenden Einschnitten rings um den Ast die Rinde herauslösen, ohne daß dadurch die Wasserversorgung der oberhalb der Ringelung gelegenen Teile beeinträchtigt würde. Daß es nicht die parenchymatischen Zellen im Holzteil oder deren Wände sind, welche die Wasserleitung nach oben besorgen, ergibt sich einerseits schon aus der Schnelligkeit, mit welcher der Wassertransport vor sich geht, andererseits auch daraus, daß man nach Einstellen abgeschnit-

tener Zweige in eine Farblösung die Wasserführung in den Gefäßen direkt beobachten kann. Die beste Leitfähigkeit für Wasser liegt in den äußersten Jahrringen des Splints, während das Kernholz dieser Aufgabe nicht mehr genügen kann.

Über die beim Wassertransport mitwirkenden Kräfte hat sich die Wissenschaft noch kein abschließendes Bild zu machen vermocht. In Frage kommt die in den Gefäßen wirksame Kapillarität, das Nachsaugen kontinuierlicher Wasserfäden infolge der Transpiration und der Wurzelndruck. Ob und in welcher Weise die lebenden Zellen, welche die Wasserleitungsbahnen umgeben, beim Transport mitwirken, ist ebenfalls noch nicht mit Sicherheit abgeklärt. Es muß für die Einzelheiten dieser Fragen auf die Lehrbücher über Pflanzenphysiologie und die bestehende Spezialliteratur hingewiesen werden.

Der größte Teil des aufgenommenen Wassers geht der Pflanze durch Verdunstung wieder verloren. Ein geringer Teil wird zum Aufbau von neuem Gewebe verbraucht, oder bleibt als Betriebswasser in den Zellen.

Da die Blätter der Obstbäume eine sehr große Oberfläche bilden, ist anzunehmen, daß sie auch die größten Wassermengen verdunsten. Jedoch ist die Epidermis der Blätter mit einer für Wasser

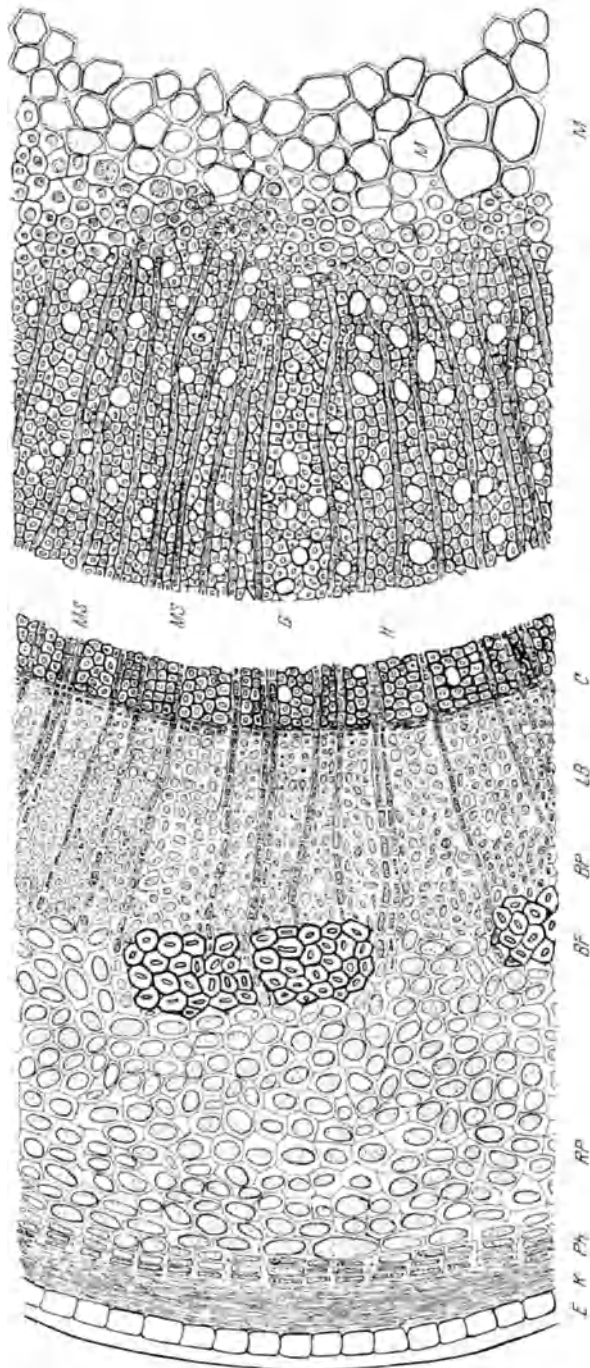


Abb. 2. Querschnitt durch einen einjährigen Zweig der Sybirsische. Der Holzteil ist unterbrochen, damit die Zeichnung nicht zu breit werde. M = Mark, MS = Markstrahl, G = Gefäße (Wasserleitungsbahnen), H = Holzfasern (Stützgewebe), C = Cambium, LB = Leitbast, BP = Bastfasern, R.P. = Rindenparenchym, Ph = Phellogen („Korkkambium“), K = Kork, E = Epidermis mit Cuticula. Vergrößerung ca. 80. (Nach einer Zeichnung von F. STEINEGER.)

undurchlässig ist, ist anzunehmen, daß sie auch die größten Wassermengen verdunsten. Jedoch ist die Epidermis der Blätter mit einer für Wasser

sehr wenig durchlässigen Schicht, der Cuticula, überzogen und so gegen Wasserverlust erheblich geschützt. Die Blätter besitzen dagegen eigene Organe, welche

die Wasserabgabe, die als *Transpiration* bezeichnet wird, regulieren. Es sind die *Spaltöffnungen*, die mit einem Öffnungs- und Schließmechanismus ausgestattet sind. Sie werden im allgemeinen bei Dunkelheit geschlossen und bei Lichtzutritt geöffnet. Diese tägliche Periodizität wird aber auch vom Wasserhaushalt beeinflusst. Bei Wasserknappheit vermögen sich die Spaltöffnungen auch tagsüber zu schließen. Über die Menge des in einer bestimmten Zeit von unseren Obstbäumen durch Transpiration abgegebenen Wassers liegen keine direkten Beobachtungen vor. Aus den Berechnungen von HÖHNEL für Birke und Buche können wir aber schließen, daß ein größerer Obstbaum jährlich etwa 500—1000 Liter Wasser aufnimmt und durch Transpiration wieder abgibt.

Wertvolle Einzelheiten über die Transpiration der Obstbäume finden wir in einer Veröffentlichung von A. H. HENDRICKSON (1926). Er beobachtete, daß die Spaltöffnungen von Pflirsich-, Pflaumen- und Aprikosenbäumen vormittags zwischen 9 und 12 Uhr am weitesten geöffnet sind und

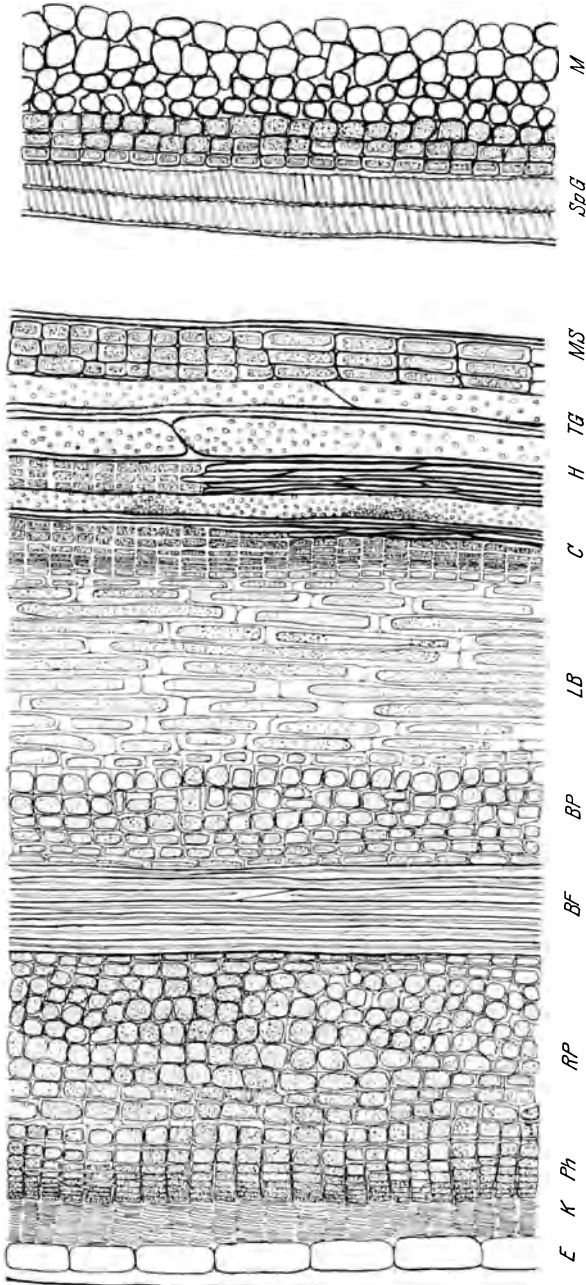


Abb. 3. Längsschnitt durch einen einjährigen Zweig der Südkirsche. Holzteil unterbrochen gezeichnet. Bezeichnungen wie in Abb. 2. SpG = Spiralseiß, TG = Tüpfelgeiß. Die radial verlaufenden Markstrahlen sind hinter den Gefäßen nicht gezeichnet. Vergrößerung ca. 80. (Nach einer Zeichnung von P. STRENEGER.)

sich nachher zu schließen beginnen. Die geringste Öffnung wurde zwischen 20 und 22 Uhr gefunden. Dabei zeigte sich, daß Bäume, denen eine reichliche Wasserzufuhr zur Verfügung steht, ihre Spaltöffnungen weit stärker öffnen als

solche mit knapper Wasserversorgung. Beschattete Pfirsichbäume erreichten ihre maximale Spaltöffnung erst mehrere Stunden später als unbeschattete.

Der Wassergehalt der Blätter steht nach HENDRICKSON mit dem Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen in direktem Zusammenhang. Kurz nach 6 Uhr morgens nahm er bereits ab. Und schon um 9 Uhr konnte in allen Teilen des Baumes ein verminderter Wassergehalt nachgewiesen werden. Zwischen 15 und 18 Uhr wurde ein Teil des Defizites bereits wieder gedeckt.

Ein weiterer Faktor, der die Transpiration wesentlich beeinflusst, ist die Luftfeuchtigkeit. Je kleiner die Luftfeuchtigkeit ist, desto größer wird die Wasserabgabe. Da aber warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte, ist die Transpiration auch von der Temperatur abhängig. Bei bewegter Luft geben die Blätter mehr Wasser ab als bei ruhender.

Versuche mit Topfbstbäumen zeigten, daß die Transpiration auch von den zur Verfügung stehenden Mineralstoffen beeinflusst wird. Während beispielsweise Bäume, die an Kalimangel litten, bei diffusem Licht wenig transpirierten, verloren sie ihr Wasser bei offenem Sonnenlicht weit rascher als die mit vollständiger Nährlösung gedüngten Kontrollbäume.

Die Verteilung des Wassers außerhalb der Wasserleitungsbahnen ist von der Saugkraft der Zellen abhängig. Leider fehlen für die einzelnen Gewebe der Obstbäume Saugkraftbestimmungen. Die Saugkraft (im Sinne von URSPRUNG) ist aber ihrerseits abhängig vom osmotischen Wert der Zelle. Zellen mit höherem osmotischem Wert müssen Wasser aus solchen mit niedrigerem aufnehmen, sobald sie mit ihnen in Berührung kommen. Als Maß für den osmotischen Wert können wir die Gefrierpunktserniedrigung verwerten, die mit steigendem osmotischem Wert zunimmt. CHANDLER (1914) hat eine Anzahl solcher Bestimmungen der Gefrierpunktserniedrigung in verschiedenen Geweben von Apfel- und Pfirsichbaum durchgeführt, aus denen die folgenden Zahlen herausgegriffen seien. Die Zahlen bedeuten Zentigrad.

Tabelle 1. Die Gefrierpunktserniedrigung des Saftes aus verschiedenen Geweben von Apfel- und Pfirsichbaum nach CHANDLER.

Obstsorte	Datum der Bestimmung	Saft aus Wurzelrinde	Saft aus Stammrinde	Saft aus Hauptastrinde	Saft aus Seitenastrinde	Saft aus Zweigrinde	Saft aus Blättern
Bloemfeldapfel . .	10. Juni 1911	1,215	1,370	1,470	1,580	1,930	2,230
Ganoapfel	15. Juni 1909	0,927	1,092	1,112	1,132	1,420	2,134
Lili of Kentapfel .	17. Nov. 1912	1,105	1,415	1,292	1,361	1,488	1,955
Fosterpfirsich . .	10. Aug. 1911	1,285	—	1,825	2,545	2,395	3,015

Wir sehen aus dieser Zusammenstellung, daß der osmotische Wert im Rindengewebe von den Wurzeln bis zu den Blättern im allgemeinen zunimmt. CHANDLER schließt daraus, daß neben der Wasserbewegung in den Gefäßen auch eine langsame Aufwärtsbewegung in der Rinde vor sich gehen könne. Sie ist aber sicherlich gegenüber dem Transport in den Gefäßen nur unbedeutend. Besonders auffällig ist der Sprung von der Rinde der Zweige zu den Blättern. Es läßt sich daraus vermuten, daß die Blätter befähigt seien, der Zweigrinde Wasser zu entziehen. Nach CHANDLER (1925) gelingt der Nachweis sehr leicht. Man überzieht die Rinde von zwei frisch geschnittenen Baumzweigen mit Paraffin und schneidet dem einen die Blätter ab. Darauf bringt man die Zweige in einen Raum, der so weit mit Wasser gesättigt ist, daß die Zweige nicht allzu rasch welken. Nach einiger Zeit beobachtet man, daß die Rinde am beblätterten Zweig unter dem Paraffin schrumpft, während sie beim andern prall bleibt. MIß FERNALD stellte fest, daß am Anfang der Wachstumsperiode der osmotische Wert direkt hinter

der Endknospe eines Zweiges größer ist als an der Basis des Zweiges, und sie führt das stärkere Wachstum der Endknospen auf eine damit im Zusammenhang stehende bessere Wasserversorgung zurück.

In gleicher Weise wie aus der Rinde vermögen die Blätter unserer Obstbäume Wasser auch aus den Früchten zu entziehen. Schneidet man Zweige mit unreifen Früchten ab und läßt sie in einem Raum mit geeigneter Luftfeuchtigkeit, so schrumpfen die Früchte, bevor die Blätter zu welken beginnen. Dieser Umstand kann aber nicht etwa auf eine größere Transpiration der Früchte zurückgeführt werden; denn sie schrumpfen auch, wenn man sie vorher mit Paraffin überzieht. Die Schrumpfung wird uns verständlich, wenn wir die Zahlen für die osmotischen Werte von Früchten und Blättern, ausgedrückt in der Gefrierpunktserniedrigung, die CHANDLER (1914) fand, in Betracht ziehen. Ich entnehme dem amerikanischen Forscher folgende Zahlen, die, wie in Tabelle 1, Zentigrade bedeuten:

Tabelle 2. Die Gefrierpunktserniedrigung in Frucht- und Blattsaft von Apfel- und Kirschbaum nach CHANDLER.

Obstsorte	Datum der Bestimmung	Blattsaft	Fruchtsaft
Ganoapfel	2. Juli 1911	1,880	1,465
Ben-Davis-Apfel	27. Juli 1911	1,917	1,230
Englische Morelle, grün . . .	5. Juni 1911	2,708	1,425
Englische Morelle, halbreif . .	5. Juni 1911	2,708	2,243
Englische Morelle, reif . . .	5. Juni 1911	2,708	2,375

Auf Grund dieser Beobachtungen wird uns auch die häufige Erscheinung verständlich, daß in trockenen Jahren die Früchte unserer Obstbäume die Folgen der Wasserknappheit lange vor den Blättern erkennen lassen. Sie fallen ab, nachdem sich an den Ansatzstellen der Fruchtsiele Abtrennungsschichten ausgebildet haben. Dieses Abfallen kann eintreten, bevor wir an den Blättern auch nur die geringsten Welkungserscheinungen zu beobachten vermögen.

C. Die Aufnahme und der Verbrauch von Mineralstoffen.

Die lebensnotwendigen Elemente. — Aufnahme der Mineralstoffe. — Transport der Mineralstoffe innerhalb und außerhalb der Gefäße. — Ausscheidung von überflüssigen Mineralstoffen. — Bedeutung der einzelnen Elemente. — Die Menge der benötigten Mineralstoffe.

Wie alle Blütenpflanzen, haben auch unsere Obstbäume zu ihrem Leben eine Reihe von chemischen Grundstoffen unbedingt notwendig. Neben den im Wasser enthaltenen Elementen Sauerstoff (O) und Wasserstoff (H) und dem von den Blättern in Form von Kohlensäure aus der Luft aufgenommenen Kohlenstoff (C) sind es die Nichtmetalle Stickstoff (N), Phosphor (P), Schwefel (S) und die Metalle Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) und Eisen (Fe). Daneben enthalten die Organe unserer Obstbäume noch bedeutende Mengen von Natrium (Na) und Chlor (Cl), sowie Spuren vieler anderer Elemente. Auf Grund von neuern Untersuchungen an andern Pflanzen müssen wir annehmen, daß einige derselben, wie Aluminium und Bor, ebenfalls lebensnotwendig sind.

Mit Ausnahme des Kohlenstoffes werden alle Elemente im Wasser gelöst aus dem Boden aufgenommen. Wir haben uns in diesem Abschnitt mit der Frage zu beschäftigen, wie diese Aufnahme vor sich geht, wie die Stoffe transportiert werden, zu welchen Aufgaben sie der Baum benötigt und in welcher Menge sie ihm zugänglich sein müssen.

Die *Aufnahme* dieser Elemente, die im Boden in Form von Salzen enthalten sind, kann nur auf osmotischem Wege vor sich gehen. Dabei kommt den Wurzeln aber bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit der Auswahl zu. Wenn wir beispielsweise in eine Nährlösung gleiche Mengen der entsprechenden Natriums- und Kaliumsalze bringen, so können wir beobachten, daß die Pflanzenwurzeln bedeutend größere Mengen des lebenswichtigen Kaliums aufnehmen als von Natrium.

Die Aufnahme der einzelnen Elemente ist nicht nur von ihrer absoluten Menge im Boden abhängig, sondern auch von der relativen. Dies gilt vor allem für die vier lebenswichtigen Metalle. So hängt die Menge des aufgenommenen Calciums weitgehend von der Menge des im Boden vorhandenen Magnesiums ab. Die Aufnahme des Eisens, das in unsern Böden wohl immer in genügender Menge vorhanden wäre, kann verhindert werden, wenn zugleich zu viel Calcium oder Magnesium zugegen ist. Ferner hängt die Aufnahme und Auswahl der einzelnen Grundstoffe weitgehend davon ab, ob der Boden alkalisch, neutral oder sauer reagiert. Auch spielen die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens und die damit in Zusammenhang stehende Durchlüftung eine sehr wesentliche Rolle. So sind Fälle bekannt, daß die auf einer Hemmung der Eisenaufnahme beruhende Gelbsucht von Apfel- und Birnbäumen in feuchten Böden verschwand, als man Gras als Unterkultur ansäte. Offenbar bewirkte hier das Gras durch seine reichliche Transpiration eine geringere Bodenfeuchtigkeit und dadurch bessere Wachstumsverhältnisse für die Wurzeln. Alle diese Wechselbeziehungen sind sehr kompliziert und zudem von Pflanzenart zu Pflanzenart verschieden.

Die von den Wurzelhaaren aufgenommenen mineralischen Nährstoffe gelangen auf osmotischem Wege in die Wasserleitungsbahnen der Wurzeln. Von hier aus werden sie, in Wasser gelöst, zu den verschiedenen Organen transportiert. Der Austausch zwischen den Gefäßen kann dagegen wiederum nur auf osmotischem Wege von Zelle zu Zelle vor sich gehen. Eine Ausscheidung von überschüssigen Mineralstoffen kann in den abgefallenen Blättern und in der abgestoßenen Borke erfolgen. Zudem gelangen mineralische Bestandteile durch osmotischen Austausch der Wurzeln wieder in den Boden zurück. Ob es sich in diesen Fällen aber immer um eine Abgabe von Unerwünschtem handelt, oder ob nicht vielmehr oft ein empfindlicher Substanzverlust vorliegt, können wir nicht entscheiden.

AUCHTER (1923) konnte zeigen, daß die auf der einen Baumseite aufgenommenen Mineralstoffe fast ausschließlich den mit den Wurzeln dieser Seite in direktem Zusammenhang stehenden Ästen zukommen, und daß ein nennenswerter „Kreuztransport“ nach den zu anderen Wurzeln gehörigen Ästen nicht stattfindet. Die Methode der „Halbbaumdüngung“, die KNOWLTON (1921) schon vorher zur Feststellung des Düngerbedarfes eines Baumes anwandte, bekommt dadurch eine gewisse Berechtigung. Dieser Forscher hatte je die eine Hälfte der Wurzelscheibe von 25 Apfelbäumen mit Chilesalpeter gedüngt. Nach 5 und 8 Tagen konnte er auf chemischem Wege noch keine Unterschiede im Stickstoffgehalt der Knospen und Blätter auf den beiden Baumseiten konstatieren. Am 12. und 21. Tage waren dagegen beträchtliche Unterschiede vorhanden, die sich bereits in einem vermehrten Triebspitzenwachstum auf der gedüngten Baumseite zu äußern begannen. Genauere Versuche dürften jedoch mit dieser Methode infolge der Ionenwanderung im Boden, der Verdrehungen im Stamm und in den Ästen, die namentlich bei Birnbäumen oft sehr ausgesprochen sind, und infolge der doch mit der Zeit eintretenden inneren Regulierungen nicht durchzuführen sein.

Die Frage, zu welchen Aufgaben und in welcher Weise unsere Obstbäume die einzelnen lebenswichtigen Elemente brauchen, läßt sich mit unseren heu-

tigen Kenntnissen nicht befriedigend beantworten. Immerhin können wir manches aus den Versuchsergebnissen mit anderen Pflanzen ableiten, und die Versuche von WALLACE und Mitarbeitern in der Versuchsanstalt Long Ashton (England) geben uns schon jetzt wichtige Aufschlüsse.

Der *Stickstoff* beansprucht in der obstbaulichen Literatur von allen durch die Wurzeln aufgenommenen Stoffen das größte Interesse. Er ist, wie wir im Abschnitt über die Blütenbildung sehen werden, an der Regulierung von Wachstum und Fruchtbarkeit in erster Linie beteiligt. Kein anderes Element gibt bei geringem Vorrat im Boden so auffällige Ausfallserscheinungen in bezug auf das vegetative Wachstum, keines zeigt nach der Düngung so rasche und auffällige Wirkung, und keines wirkt sich im Überschuß so unangenehm aus wie der Stickstoff.

Der Stickstoff ist Hauptbestandteil aller Eiweißstoffe. Fehlt er, oder ist er nur in geringen Vorräten vorhanden, so ist ein Aufbau von Eiweißstoffen und daher das Wachstum unmöglich. Tritt er aber im Überschuß auf, so werden die anderen Baustoffe, namentlich die Kohlehydrate, sogleich zum Aufbau von Zellmaterial benutzt, sofern wenigstens alle übrigen Voraussetzungen für ein vegetatives Wachstum gegeben sind. Bei zu reichlicher oder zu später Stickstoffdüngung schließen die Bäume im Herbst ihren Trieb erst spät ab, die Blätter bleiben lange am Baum, eine Aufspeicherung von Kohlehydratreserven findet nur mangelhaft statt, die Fruchtreife wird verzögert, und die Früchte bleiben zudem oft schlecht gefärbt und sind wenig haltbar. Umgekehrt zeigte sich in den Versuchen mit Topfbstbäumen in Sand, welche WALLACE (1923) durchführte, bei Stickstoffmangel ein vorzeitiges Abfallen der Blätter im Herbst, was wohl in diesem Fall als Folge einer Überfüllung mit Kohlehydraten zu deuten ist. Diese konnten infolge von Stickstoffmangel nicht zum Aufbau neuer Zellen verwendet werden und häuften sich vorzeitig im Gewebe an. Auf die praktische Auswertung dieser wichtigen Beziehungen und die zweckmäßige Regulierung des Stickstoffhaushaltes werden wir in den folgenden Abschnitten mehrfach zurückkommen müssen.

Der *Phosphor* ist ebenfalls Eiweißbaustein und ist zudem, wie der Stickstoff, in unseren Böden oft in ungenügender Menge vorhanden. In den Sandkulturen von WALLACE bewirkte sein Fehlen ebenfalls eine sehr empfindliche Hemmung des vegetativen Wachstums sowohl der Zweige als auch der Wurzeln. Die an Phosphorsäure Mangel leidenden Bäume verloren ihre Blätter im Herbst ebenfalls vorzeitig.

Auch der *Schwefel* ist Baustein mancher Eiweißstoffe. Er ist offenbar in unseren Böden immer in genügender Menge vorhanden, und er wird anscheinend von den Wurzeln auch immer ohne Schwierigkeiten aufgenommen. Schädigungen, die auf einem Mangel an diesem Grundstoff beruhen könnten, sind bei Obstbäumen nicht bekannt geworden.

Unter den Metallen ist das *Kalium* von besonderer Wichtigkeit. Über die Rolle, die es in der Pflanze spielt, ist man jedoch nur sehr mangelhaft unterrichtet. Jedenfalls ist es aber bei sehr wichtigen Stoffumsetzungen in irgendeiner Weise notwendig. WALLACE (1930) konnte in seinen Versuchen feststellen, daß bei Kalimangel das Wachstum sehr rasch verhindert wird. Schon vorher hatte MANN (1924) beobachtet, daß bei Kalimangel die Blätter klein bleiben und bald Abdorrungserscheinungen aufweisen. Nach WALLACE (1930) entblättern sich bei Kalimangel die Zweige im Herbst von oben nach unten, statt umgekehrt, und die Triebspitzen sterben nach der Entblätterung vielfach ab, was als wertvolles diagnostisches Hilfsmittel dienen kann.

Über die Rolle des *Calciums* wird viel geschrieben. Im allgemeinen nimmt man an, daß reichlich Calcium enthaltende Böden für den Obstbau besser

geeignet seien als Kalkarme. In eigentümlichem Gegensatz zu dieser Annahme stehen die Ergebnisse der D \ddot{u} ngversuche aus der Versuchsanstalt Long Ashton. MANN (1924) berichtet, da β die Bl \ddot{a} tter der Obstb \ddot{a} umchen, die mit calciumfreiem Wasser ged \ddot{u} ngt wurden, betr \ddot{a} chtlich gr \ddot{o} er waren als diejenigen der Kontrollkulturen mit voller N \ddot{a} hrl \ddot{o} sung. WALLACE (1930) gibt an, da β das Wachstum der B \ddot{a} umchen in der Versuchsreihe ohne Kalk st \ddot{a} rker war als dasjenige der vollged \ddot{u} ngten Kontrollen. Im zweiten und dritten Jahr traten gegen den Herbst hin an den Bl \ddot{a} ttern Flecken von abgestorbenem Gewebe auf. Nur in den Versuchen mit Himbeeren erwies sich ein Kalkmangel bald als sehr sch \ddot{a} dlich. Wir d \ddot{u} rfen nat \ddot{u} rlich die an Sandkulturen mit Topfobstb \ddot{a} umchen gewonnenen Erfahrungen nicht ohne weiteres auf den Obstbau \ddot{u} bertragen und nicht etwa den Schlu β ziehen, da β Calcium nicht notwendig oder gar sch \ddot{a} dlich sei; denn die in den Versuchen verwendeten Topfobstb \ddot{a} umchen hatten jedenfalls von ihrer Vorkultur im Freiland her noch bedeutende Calciumreserven. Doch d \ddot{u} rfen wir die Vermutung \ddot{a} u β ern, da β kalkreiche B \ddot{o} den die vorz \ddot{u} gliche Eignung f \ddot{u} r den Obstbau nicht in erster Linie dem Calcium als Bau- und Betriebsstoff verdanken. Die Wirkung ist vielmehr eine sekund \ddot{a} re und beruht darauf, da β der Kalk die Bodenbeschaffenheit in g \ddot{u} nstiger Weise beeinfl \ddot{u} st, indem er die B \ddot{o} den kr \ddot{u} melig macht und dadurch die Bodendurchl \ddot{u} ftung verbessert. Hat ein Boden aber auch ohne hohen Calciumgehalt eine geeignete Struktur, so gen \ddot{u} gen offenbar recht geringe, leicht aufnehmbare Calciummengen f \ddot{u} r den Obstbau vollkommen.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Calciums in der Pflanze d \ddot{u} rft darin bestehen, da β es die beim Wachstum entstehende Oxals \ddot{a} ure dadurch unsch \ddot{a} dlich macht, da β es sich mit ihr zu unl \ddot{o} slichem Calciumoxalat verbindet. Wir finden die auff \ddot{a} lligen Krystalle dieser Verbindung immer in der N \ddot{a} he wachsender Teile, besonders sch \ddot{o} n im Oxalatnest am Ende des Markes hinter den Triebspitzen.

Die Rolle des *Magnesiums* in der Pflanze ist offenbar nicht eindeutig. Seit den Untersuchungen von WILLST \ddot{A} TTER und seiner Schule wissen wir, da β es im Blattgr \ddot{u} n als wesentlicher Bestandteil enthalten ist. Daneben finden wir es aber, wie M \ddot{U} LLER-THURGAU und KOBEL (1928) in ihren mikrochemischen Untersuchungen nachweisen konnten, in auffallend gro β en Mengen in wachsenden Organen, besonders in austreibenden Bl \ddot{u} tenknospen. Dies d \ddot{u} rft, zusammen mit den Ergebnissen der D \ddot{u} ngungsversuche von Long Ashton, darauf hinweisen, da β es auch f \ddot{u} r das Wachstum von gro β er Bedeutung ist. In einem Versuch mit Topfobstb \ddot{a} umchen war das Wachstum ohne Magnesiumgabe zwar im ersten Jahr eher st \ddot{a} rker als dasjenige der Kontrollb \ddot{a} ume. Es waren offenbar im Baum noch gen \ddot{u} gend Magnesiumreserven von der Vorkultur her enthalten. Aber schon im zweiten Jahr waren die B \ddot{a} umchen ohne Magnesiumzuschu β nicht mehr wachstumsf \ddot{a} hig. Wie beim Fehlen von Stickstoff und Phosphors \ddot{a} ure, lie β en die B \ddot{a} umchen auch bei Magnesiummangel die Bl \ddot{a} tter vorzeitig fallen, was offenbar wieder darauf hinweist, da β sie ohne Magnesium nicht imstande waren, die Kohlehydrate zum Aufbau von neuen Zellen zu verwerten. Das Magnesium ist damit als eines der lebenswichtigsten Elemente erkannt. Es ist aber gl \ddot{u} cklicherweise in weitaus den meisten B \ddot{o} den von Natur aus in gen \ddot{u} gender Menge enthalten, so da β eine Magnesiumd \ddot{u} ngung kaum je in Frage kommt.

Die Tatsache, da β bei *Eisenmangel* das Blattgr \ddot{u} n nicht ausgebildet werden kann, hat fr \ddot{u} her zu der Annahme verleitet, da β Eisen ein Bestandteil des Chlorophylls sei, bis WILLST \ddot{A} TTER den Nachweis erbrachte, da β Magnesium das im Blattgr \ddot{u} n enthaltene Metall ist. Doch mu β Eisen dennoch am Aufbau des Blattgr \ddot{u} ns in irgendeiner Weise beteiligt sein, wahrscheinlich dadurch, da β es

als Katalysator bei einem chemischen Vorgange mitwirkt. Trotzdem Eisen wohl in allen Böden in genügender Menge enthalten wäre, ist auf Eisenmangel beruhende Gelbsucht namentlich in alkalischen und schweren Böden eine der häufigsten Krankheitserscheinungen. Unter diesen Bedingungen kann das Eisen von den Wurzeln nicht in genügender Menge aufgenommen werden. Eine Heilung ist in den meisten Fällen nicht leicht. Eine Zugabe von Eisenvitriol zum Boden ist selten genügend. Auch wenn man den Boden öffnet und die zerkleinerten Eisenvitriolkrystalle mit Wasser einschwemmt, ist der Erfolg in manchen Böden nur von kurzer Dauer. Eine Bespritzung des Laubes mit stark verdünnten eisenvitriolhaltigen Lösungen ist ebenfalls nicht ausreichend. Wohl nehmen die Blätter an den bespritzten Stellen etwas Eisen auf und vermögen dadurch zu ergrünen, aber die Wirkung dauert nicht an. Manche helfen sich dadurch, daß sie in den Stamm oder in die Hauptäste Löcher bohren, und in diese kleine Eisenvitriolkrystalle mit einem Pfropfen einschließen. Nach 2 bis 3 Wochen ergrünen die Blätter, und die Maßnahme kann für 2—3 Vegetationsperioden genügen. Es muß aber nach den Untersuchungen von HENDRICKSON (1924), der sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt hat, darauf geachtet werden, daß das Cambium nicht mit den Krystallen in direkte Berührung kommt, da sonst starke Schädigungen auftreten. Auch muß berücksichtigt werden, daß hauptsächlich die äußersten Jahrringe des Holzes das Wasser und die Mineralstoffe leiten. Die Krystalle dürfen also nicht zu tief in den Stamm hineingebracht werden. Mehrfach ergrünte in den Versuchen von HEINICKE nur ein Teil der Krone, was ja nach den oben angeführten Untersuchungen von KNOWLTON und AUCHTER über den „Kreuztransport“ nicht verwundert. Bei Überschreitung einer gewissen Dosis traten Schädigungen auf. Diese Methode der Gelbsuchtheilung hat also auch ihre Tücken. Das Einlaufenlassen von eisenhaltigen Lösungen an Stämmen und Ästen ist zu umständlich, um in der großen Praxis angewandt zu werden. Die gründlichste Heilung der Gelbsucht infolge Eisenmangels verspricht eine Bodenverbesserung in Form von Entwässerung und gehöriger Bodendurchlüftung, wobei man gleichzeitig die alkalischen Düngemittel ausschließt.

Über die Mengen der von unseren Obstbäumen den Böden entzogenen Mineralstoffe geben uns die Untersuchungen von ROBERTS (1921), VAN SLYKE, THAYLOR und ANDREWS (1905) und THOMPSON (1916) Aufschluß. Sie beziehen sich auf diejenigen Mineralstoffe, die unseren Böden öfters mangeln, und die wir deshalb in Form von Düngern ersetzen müssen, also auf Stickstoff, Phosphor und Kalium. Diese Stoffe gehen teils mit den Früchten, teils beim herbstlichen Laubfall verloren. Durch Verwesen der Blätter an Ort und Stelle kann dem Baum ein großer Teil des Kaliums und Phosphors wiederum zugute kommen, während vom Stickstoff ein beträchtlicher Teil infolge Entstehung von gasförmigen Abbauprodukten verlorengeht. In Tabelle 3 sind die Berechnungen der erwähnten Forscher zusammengestellt, und zwar umgerechnet auf Jahr und Hektar, wobei angenommen ist, daß das Land mit Bäumen im besten Alter bestanden sei.

Zu dieser Zusammenstellung ist zu bemerken, daß VAN SLYKE und seine Mitarbeiter in ihren Zahlen auch denjenigen Anteil an aufgenommenen Mineralstoffen in Berechnung ziehen, der im jährlich neu entstehenden Holzzuwachs im Baum verbleibt. Dieser Anteil ist aber bei ausgewachsenen Bäumen nicht besonders groß. Die Zahlen der drei Forschergruppen stimmen im allgemeinen ordentlich miteinander überein, so daß sie uns ein recht gutes Bild vom jährlichen Bedarf zu geben vermögen. Nur diejenigen für die Phosphorsäure sind auffallend verschieden. Hier dürfte die Berechnung von ROBERTS entschieden zu tief sein.

Tabelle 3. Zusammenstellung des Verbrauchs von Mineralstoffen durch Obstbäume pro Jahr und Hektar in Kilogramm.

Untersucher und Obst	Stickstoff (N)		Phosphor (P ₂ O ₅)		Kali (K ₂ O)	
	Verlust in Früchten	Verlust in Blättern	Verlust in Früchten	Verlust in Blättern	Verlust in Früchten	Verlust in Blättern
Nach ROBERTS						
Apfelbaum	27,9	26,2	2,1	7,1	40,7	24,7
	54,1		9,2		65,4	
Nach VAN SLYKE, THAYLOR u. ANDREWS						
Apfelbaum	57,7		15,7		61,6	
Birnbaum	33,0		7,8		37,0	
Quittenbaum	50,4		17,4		63,8	
Pfirsichbaum	83,5		20,2		80,7	
Pflaumenbaum	33,0		9,5		42,6	
Nach THOMPSON						
Apfelbaum	15,1		7,4		47,2	
Pfirsichbaum	25,0		13,3		66,6	

THOMPSON (1916) hat uns noch eine andere wertvolle Zusammenstellung gegeben. Er analysierte alljährlich Material von Apfel- und Pfirsichbäumen, die 1906 gepflanzt worden waren. Auf Grund der Untersuchung von 90 Apfel- und 60 Pfirsichbäumen gibt er die in Tabelle 4 enthaltene Zusammenstellung unter der Annahme, daß pro Hektar 99 Apfel- bzw. 248 Pfirsichbäume gepflanzt worden waren. Die Zahlen sind von mir auf Hektar und Kilogramm umgerechnet worden.

Tabelle 4. Der Haushalt an Mineralstoffen in einer jungen Obstpflanzung nach THOMPSON.

	Apfelbaum			Pfirsichbaum		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Total in 9 Jahren aufgenommene Mineralstoffe	31,5	10,4	30,5	241,5	57,0	266,0
Gesamtmenge der nach 9 Jahren in den Bäumen verbleibenden Mineralstoffe	17,1	7,6	16,0	98,5	31,1	67,4
Gesamtmenge der durch den Blattfall dem Boden zurückgegebenen Mineralstoffe	14,4	2,8	14,5	143,0	25,9	198,6

Die in den entnommenen Ernten enthaltenen Mineralstoffe haben wir im Boden zu ersetzen, wenn dieser nicht nach und nach verarmen soll. Wo die Bäume bereits in einem guten Wachstums- und Fruchtbarkeitszustand stehen und keine Unterkulturen vorhanden sind, ist die Berechnung des Nährstoffbedarfes nicht sehr schwierig. Wo leichte Böden und hohe jährliche Niederschlagsmengen zusammentreffen, müssen wir auch die Auswaschung der Böden berücksichtigen. Doch werden im allgemeinen der Praxis zu hohe Düngermengen angegeben, so z. B. von KÜSTER (1916), der pro Hektar für eine in vollem Ertrag stehende Obstpflanzung jährlich 100 kg N, 50 kg P₂O₅ und 200 kg K₂O empfiehlt. Diese Zahlen passen eher für Gebiete mit Gras als Unterkultur, wo die Berechnung des Nährstoffbedarfes insofern schwieriger ist, als auch der Bedarf der Unterkulturen in Berechnung gezogen werden muß. In solchen Gebieten ist eine richtige Baumdüngung sogar sehr schwierig, weil sich die Baumwurzeln je nach der Bodenbeschaffenheit bald in großen Tiefen, bald nur an

der Oberfläche befinden und die Absorptionsfähigkeit der Böden für die verschiedenen Düngerformen eine sehr ungleiche ist. So kann in einem mittel-schweren, tiefgründigen Boden beispielsweise eine mäßige, im Frühjahr verab-folgte Gabe von schwefelsaurem Ammoniak, das im Boden zurückgehalten wird, fast ausschließlich den Graswurzeln zugute kommen, während eine gleichgroße Gabe von Natronsalpeter, der im Boden nur wenig zurückgehalten wird, mit dem frühjährlichen Regenwasser zum größten Teil durch die Grasnarbe hin-durchgeschwemmt und fast ausschließlich den Baumwurzeln zur Verfügung gestellt wird.

D. Die Assimilation des Kohlenstoffes.

Aufnahme des Kohlenstoffes durch die Blätter. — Der Aufbau von organischen Ver-bindungen. — Lichtgenuß und Assimilation. — Maßnahmen zur Förderung der Assimilation. — Die Bedeutung eines richtigen Kronenbaues.

Von allen zum Leben der Pflanzen notwendigen chemischen Grundstoffen wird einzig der Kohlenstoff nicht durch die Wurzeln, sondern in Form von Kohlensäure durch die Spaltöffnungen der Blätter aus der Luft aufgenommen (Abb. 4 und 5). Diese Kohlenstoffverbindung findet sich in der freien Luft in auffallend konstanter, aber niedriger Konzentration vor, nämlich zu 0,03 Vol.%. Aus diesem Vorrat müssen unsere grünen Pflanzen sozusagen den ganzen Kohlen-stoffbedarf für den Auf-bau von Zuckerarten, Stärke, Cellulose, Holz-stoff, Fetten, Eiweiß-stoffen und allen an-deren organischen Ver-bindungen decken.

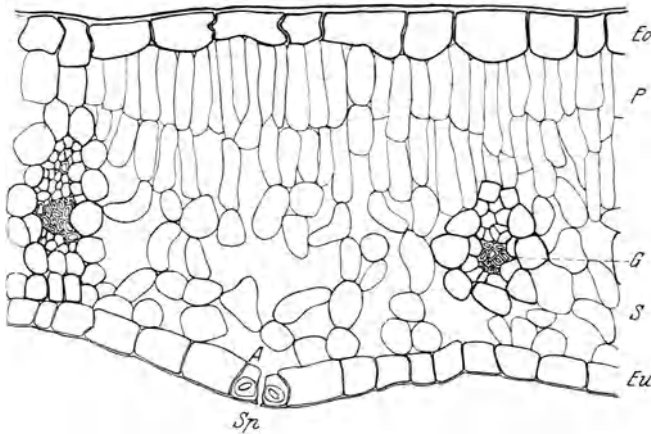


Abb. 4. Querschnitt durch ein Blatt des Kirschaubumes. *Eo* = obere Epidermis mit verdickter Außenwand (Cuticula), *P* = Palisadengewebe, *G* = kleines Gefäßbündel (Blattnerv) im Querschnitt, *S* = Schwamm-parenchym, *Eu* = untere Epidermis, *Sp* = Spaltöffnung mit den beiden Schließzellen, *A* = Atemhöhle. Vergrößerung ca. 500. (Nach einer Zeichnung von P. STEINEGGER.)

Die ersten in grö-ßerer Menge nachweis-baren organischen Koh-lenstoffverbindungen in den Blättern der grünen Pflanzen sind Zuckerarten. Wie die-ser wichtige Vorgang, der als *Assimilation* oder auch als *Photo-synthese* bezeichnet wird, im einzelnen che-misch vor sich geht, ist nicht restlos auf-

geklärt. Vor allem wird noch über die entstehenden Zwischenverbindungen dis-kutiert. Doch wissen wir mit Bestimmtheit, daß die Assimilation des Kohlen-stoffes nur vor sich geht, wo Kohlensäure und Blattgrün vorhanden sind, und wo Licht Zutritt.

Dieser Vorgang der Assimilation spielt nicht nur im Leben der grünen Pflanze eine große Rolle. Er allein ermöglicht indirekt auch das Tierleben. Denn nur durch die Photosynthese wird anorganisch gebundener Kohlenstoff zu organischen Verbindungen aufgebaut. Mensch und Tier und die blattgrünlosen Pflanzen sind zu dieser Aufgabe nicht befähigt. Sie können nur aus organischen Nährstoffen leben. Die Assimilation des Kohlenstoffes und die später zu be-sprechende „Assimilation des Stickstoffes“ sind diejenigen Vorgänge, welche

im Haushalt der Natur die Auflösung der toten organischen Massen durch die Verwesung wiederum kompensieren.

Der Obstpflanzer muß der Assimilation alle Aufmerksamkeit schenken. Es stellt sich für ihn die Frage, durch welche Kulturmaßnahmen er den wichtigen Vorgang zu fördern vermöge. Es bieten sich ihm dazu grundsätzlich drei Möglichkeiten: die Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der Luft, die Vermehrung des Blattgrüns und eine günstige Gestaltung der Lichtzufuhr. Diese Möglichkeiten sollen im folgenden etwas eingehender besprochen werden.

Die *Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der Luft* zur Verbesserung der Assimilation hat sich in Gewächshäusern praktisch bewährt. Die Kohlensäuredüngung spielt in diesen abgeschlossenen Räumen eine immer wichtigere Rolle. Im Freiland sind dagegen die Schwierigkeiten ungleich viel größer. Zu ihrem Verständnis müssen wir uns den Kohlensäurehaushalt der Erde in seinen Grundzügen vergegenwärtigen. Die von den Pflanzen der Luft entnommenen Kohlensäuremengen stammen, wie LUNDEGÄRD^T und andere eindrücklich nachgewiesen haben, zum größten Teil aus dem im Boden durch Kleinlebewesen zerstörten organischen Substanzen. Durch eine Förderung der Bakterientätigkeit in Form von Bodenlockerung und Durchlüftung, oder durch Zugabe von organischen Substanzen zum Boden, vermögen wir also die Kohlensäureproduktion zu erhöhen. Eine solche Maßnahme kann bei Kulturpflanzen, die mit ihrem Blattwerk den Boden fast völlig überdecken — etwa bei einem Getreidefeld — die Kohlensäurekonzentration in

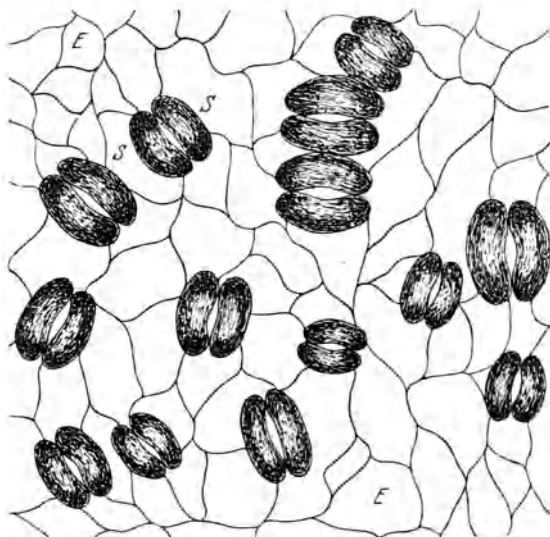


Abb. 5. Ein Stück der Blattunterseite eines Süßkirschenblattes mit Spaltöffnungen.

E = gewöhnliche Epidermiszellen, *S* = Schließzellen der Spaltöffnungen (punktirt). Vergrößerung ca. 1000. (Nach einer Zeichnung von P. STEINEGGER.)

der die Spaltöffnungen der Blätter umströmenden Luft merkbar erhöhen. Anders liegen aber die Verhältnisse bei unsern mit ihren Kronen in die freie Luft ragenden Obstbäumen. Bevor die dem Boden entströmende Kohlensäure zu ihrem Blattwerk gelangt, hat sie sich im großen Luftmeer verteilt. Unsere Obstbäume bleiben daher für ihren Haushalt auf den in der freien Luft vorkommenden Kohlensäuregehalt von durchschnittlich 0,03 Vol. % angewiesen. Eine Zuleitung von künstlich erzeugter Kohlensäure in die Kronen der Bäume könnte nie wirtschaftlich sein, weil die zugeführten Mengen durch die geringsten Luftbewegungen sogleich aus dem Kronenbereich entführt würden. Wenn so zwar eine Erhöhung der Konzentration nicht in Betracht kommt, so ist auf der andern Seite nicht zu vergessen, daß der Zustrom aus dem immensen Luftmeer konstant ist, so daß ein eigentlicher Mangel an Rohstoff in der Zuckerfabrik der Blätter nie besteht.

Die *Blattgrüinkörner* besorgen bei der Zuckerfabrikation in den Blättern die Aufgabe des Arbeitspersonals. Zur Erhöhung der Produktion können wir entweder das Personal vermehren, oder ihm durch allerlei Maßnahmen die Arbeit

erleichtern. Die Menge des Blattgrüns hängt in erster Linie von der Blattfläche ab. Je größer die im Lichte stehende Blattfläche, desto mehr Chlorophyll kann sich am Aufbau von Zucker beteiligen. Wenn die Blätter durch Frostspannerfraß, durch den Schorfpilz oder die Schrotschußkrankheit geschädigt sind, so muß die Assimilation beeinträchtigt werden. Bekämpfungsmaßnahmen gegen Schädlinge und Krankheiten wirken sich also nicht bloß in Form eines direkten Schutzes der Früchte aus, sondern in vielleicht noch erhöhtem Maße durch die Aufrechterhaltung der Assimilationstätigkeit der Blätter. Durch einen passenden Baum-

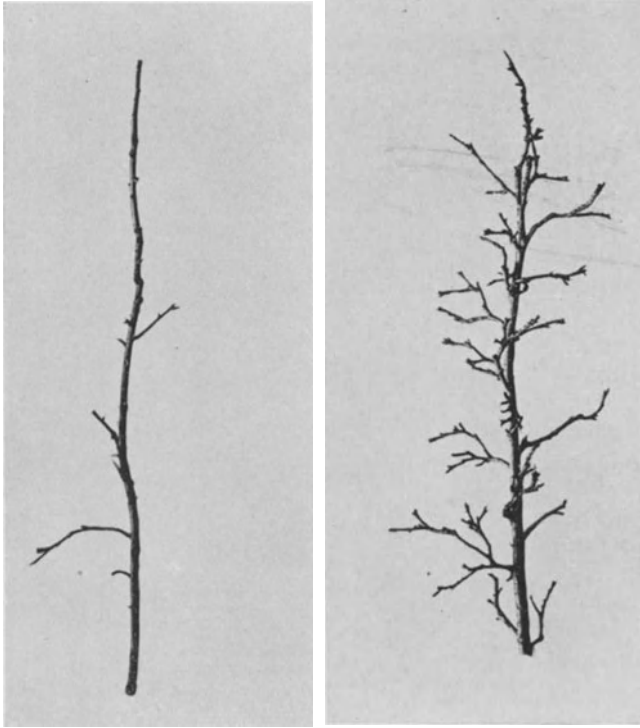


Abb. 6. Äste des Apfelbaumes aus dichten und lichten Baumkronen.

Links: Ast aus einer zu dichten Krone; es hat sich nur wenig, meist minderwertiges Fruchtholz gebildet. Rechts: Ast aus einer lichten Krone, in der ganzen Länge mit hochwertigem Fruchtholz besetzt. Die assimilierende Blattfläche wird dadurch vergrößert. Original.

schnitt können wir ferner bewirken, daß sich die Äste in ihrer ganzen Länge mit Fruchtzweigen bekleiden, so daß die im Lichte stehende Blattfläche ebenfalls sehr wesentlich vergrößert wird (Abb. 6). Wir werden uns aber vor einer übermäßigen Erhöhung der Blattmenge hüten. Wir dürfen in unserer Zuckerfabrik nicht so viele Arbeiter anstellen, daß sie sich gegenseitig im Wege stehen und die Arbeit verunmöglichen.

Neben der Vermehrung des Blattgrüns durch die Vergrößerung der Blattfläche ist auch eine Vermehrung der Zahl der Blattgrünkörner in den Zellen und eine Erhöhung des Blattgrüngehaltes in jedem Korn denkbar. Tatsächlich beobachten wir, daß schlecht ernährte Bäume

ein gelbliches Blattwerk besitzen, während gut gedüngte dunkelgrünes Laub tragen. Eine gute Baumdüngung fördert also auch die Assimilation. Ähnliches gilt vom Wasserhaushalt. Bei Wasserknappheit beginnen sich die Spaltöffnungen der Blätter zwangsläufig zu schließen. Eine Aufnahme des Kohlenstoffes ist nicht mehr möglich, und der Aufbau von Kohlehydraten wird unterbunden.

Den größten Einfluß auf die Assimilation gewinnen wir durch eine günstige *Ausnutzung des Sonnenlichtes*; denn nur im Licht von einer bestimmten Intensität sind die Blätter zum Aufbau von Kohlehydraten befähigt. Die Sonne liefert in unserer Zuckerfabrik die Betriebsenergie. Unsere Kulturmaßnahmen müssen darauf ausgehen, das Licht einer möglichst großen Blattfläche zugänglich zu machen. Wir erreichen dies in erster Linie mit Hilfe eines vernünftigen Baumschnittes. Bei zu dichten Bäumen kommt der Lichtgenuß nur der äußersten

Kronenpartie zu. Erziehen wir aber nur wenige Hauptäste und verursachen wir durch periodischen Rückschnitt derselben eine Garnitur mit Fruchtholz in



Abb. 7. Zu dichte und richtig aufgebaute Baumkronen (Apfelbaum).

Oben: Baum mit zu dichter Krone. Im Kroneninnern bildet sich wenig und mangelhaftes Fruchtholz. Unten: Baum mit richtig aufgebauter Krone. Die Äste sind bis ins Innere mit wertvollem Fruchtholz bekleidet, wodurch die assimilierende Blattfläche im Verhältnis zum Kronengerüst wesentlich vergrößert wird. Original.

ihrer ganzen Länge, so vergrößern wir dadurch die im Lichte stehende Oberfläche sehr ausgiebig (Abb. 7). Am besten wird man wirtschaften, wenn man bei jungen Bäumen von Anfang an nur soviel Äste stehen läßt, als man am

ausgewachsenen Baum gebrauchen kann, und wenn man die Astetagen von vornherein im richtigen Abstand erzieht. Dadurch verhindert man auch das „Überbauen“ der Kronen, d. h. die bei zu dichten Bäumen immer beobachtbare Tatsache, daß durch den Lichtraub der oberen Astpartien die unteren Äste geschädigt werden, nach und nach ihr Fruchtholz verlieren und frühzeitig absterben (Abb. 8). Eine schematische Kronenform bei Hochstämmen braucht man trotz der Anwendung dieses Grundsatzes nicht zu befürworten. Es muß vielmehr auf die Wuchsformen der verschiedenen Obstarten und -sorten die gebührende Rücksicht genommen werden. Die Krone eines Süßkirschenbaumes darf dichter aussehen als diejenige eines Apfelbaumes. Bei Apfelsorten, deren



Abb. 8. Links: Birnbaum mit beginnender „Überbauung“; der Kronendurchmesser ist in der oberen Hälfte größer so daß die unteren Äste stark überschattet werden. Rechts: „Überbauer“ Apfelbaum; die unteren Seitenäste sind infolge Überschattung abgestorben; die noch bestehenden Äste sind im untern Teil kahl und die Krone ist viel zu hoch. Original.

Kronen mehr in die Breite wachsen, wird man sich nicht scheuen, gelegentlich eine Verzweigung der Hauptäste zu gestatten, denn dadurch wird der Raum besser ausgenutzt. Bei mehr in die Höhe strebenden Sorten wird man solche Gabelungen weniger oft dulden können. Bei Zwergformen hat die Kronenbehandlung dem gleichen Grundsatz zu folgen. Wir haben aber hier den Vorteil, daß wir durch regelmäßigen Winterschnitt und durch das Pinzement im Sommer nicht nur die größeren Äste, sondern auch jeden einzelnen Fruchtweig einer individuellen Behandlung unterziehen können. Dabei wollen wir aber nie unberücksichtigt lassen, daß alles, was wir vom Baum herunterschneiden, für ihn verlorene Arbeit bedeutet. Die Kunst jedes naturgemäßen Baumschnittes besteht gerade darin, mit möglichst wenig Materialverlust die Krone so zu gestalten, daß das Licht zu einer möglichst großen Blattfläche Zutritt hat. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Assimilation nicht nur durch direkte Sonnenstrahlen, sondern auch durch diffuses Licht ermöglicht wird.

Die Intensität der Assimilation ist von der Temperatur abhängig. Bei welchen Wärmegraden aber für unsere Obstarten Minimum, Optimum und Maximum liegen, ist meines Wissens nicht untersucht. Die Assimilation dürfte etwa zwischen 18° C und 25° C am stärksten sein.

Auch über die Menge der in einer bestimmten Zeit von einer bestimmten Blattfläche aufgebauten Zuckermenge sind wir nicht unterrichtet. Solche Bestimmungen bieten bedeutende Schwierigkeiten, da es schwer ist, den im folgenden Abschnitt zu behandelnden Abtransport von Material in die Zweige und Wurzeln zu erfassen, und da auch durch die Atmung eine große Menge von Kohlehydraten verbraucht wird.

E. Die Aufspeicherung und Verwendung von Reservestoffen.

Verwendung der Assimilate. Stärke und „Hemicellulosen“. — Aufbau von Fetten, Säuren, Phloridzin, Eiweißstoffen usw. — Transport der organischen Substanzen. — Kohlehydrat- und Eiweißhaushalt im Verlaufe eines Jahres.

Wir haben im vorangehenden Abschnitt gesehen, wie die Blätter aus Kohlensäure und Wasser Zucker aufbauen. Ein Teil dieser durch die Assimilation gewonnenen Kohlehydrate wird als Baustoff für die Ausbildung von Früchten, für das Längen- und Dickenwachstum von Zweigen, Ästen und Wurzeln verbraucht. Ein weiterer Teil dient als Material für die Gewinnung von Energie für die chemischen Umsetzungen. Man bezeichnet diesen Vorgang als *Atmung*. Was dagegen zum Leben nicht sogleich notwendig ist, wird als *Reserve* aufgespeichert. Aber nur ein kleiner Teil bleibt im Zellsaft als Zucker gelöst. Der größte Teil wird in feste Form übergeführt. Das auffälligste nicht im Zellsaft gelöste Kohlehydrat ist die Stärke, über deren Verhalten im Gewebe der Obstbäume sich bereits eine große Literatur angehäuft hat. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß die Stärke in Form von charakteristischen Körnern auftritt, die sich durch Blaufärbung mit Jod leicht nachweisen lassen. Neuere Untersuchungen, die von MURNEEK (1929) zusammengestellt wurden, scheinen jedoch zu zeigen, daß neben der Stärke eine andere Form von ungelösten Kohlehydraten als Reservestoffe eine große Rolle spielt, nämlich diejenige Stoffgruppe, die wir mit dem Ausdruck von SCHULZE als „Hemicellulosen“ bezeichnen können. In einem Teil der obstbaulichen Literatur sind sie als „hydrolysierbare Kohlehydrate mit Ausnahme von Stärke“ bezeichnet, denn sie haben die Eigentümlichkeit, daß sie, mit 2—5 proz. Salz- oder Schwefelsäure behandelt, verschiedene Zuckerarten liefern. Es handelt sich um die chemische Gruppe der Pentosane und teilweise auch um Hexosane. SACHS hatte solche Stoffe zuerst in den Speicherorganen von Samen gefunden. Später wiesen DU SABLON (1904) und H. C. SCHELLENBERG (1905) sie auch in anderen Organen nach. Es handelt sich nicht um eine einzige chemisch wohl umschriebene Verbindung, sondern um eine Gruppe von verwandten Stoffen, die aber alle in gleicherweise aufgespeichert werden, nämlich als Verdickung der Zellwände. Diese Zellwandverdickungen, die nach SCHELLENBERG vor allem im Bast, in den Holzfasern und im Rindenparenchym angelagert werden, lösen sich im Frühjahr, zur Zeit des Austriebes, wie die Stärke unter dem Einfluß von Fermenten auf. Es besteht also kein Zweifel, daß diese Stoffe, für die wir den praktischen Ausdruck „Hemicellulosen“ gebrauchen wollen, wenigstens teilweise als Reservestoffe anzusehen sind.

Ein Teil der Kohlehydrate wird im chemischen Laboratorium der Pflanzen zu anderen Substanzen umgebaut. Unter diesen wären in erster Linie die *Fette* und *Lipoide* zu nennen. Bei einigen Baumarten, namentlich bei den *Oleaceen*,

sind sie Hauptreservestoffe. Unsere Kern- und Steinobstbäume dagegen zählen zu den „Stärkepflanzen“. Doch werden von ihnen ohne Zweifel Fette, wenn auch in geringerem Maße, ebenfalls als Reserven verwendet. HOOKER (1927) beobachtete im Gewebe von fünfjährigen Jonathanapfelbäumen Anfang April besonders gegen die Triebspitze hin eine auffällige Zunahme, im Mai, zur Zeit des Austriebes, dagegen wieder eine beträchtliche Abnahme von Fetten.

Die Kohlehydrate, wie auch die Fette, bestehen nur aus den chemischen Elementen Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Solcher Verbindungen gibt es im Gewebe der Obstbäume wohl noch eine unübersehbar große Zahl. Zu ihnen sind vor allem auch die stickstofffreien organischen Säuren zu rechnen. Von einer Gruppe derselben, den Phenolsäuren, leitet sich eine zu den Glykosiden zu zählende Verbindung, das Phloridzin, ab, welches im Gewebe der Apfelbäume in auffälliger Menge vorkommt. Wir müssen diese Verbindung erwähnen, weil sie von einigen Forschern, so RIVIÈRE und PICHARD (1924), ebenfalls zu den Reservestoffen gezählt wird. Im Gewebe des Birnbaumes soll sie nach LINCOLN (1926) durch *Arbutin* ersetzt sein. Das Phloridzin steht über die verwandte Verbindung Phloroglucin mit dem Gerbstoff in Beziehung; denn die *Pomaceengerbstoffe* sind, wie KEHLHOFER (1905, 1908) nachgewiesen hat, phloroglucinhaltig. MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) wiesen auf mikrochemischem Wege nach, daß überall, wo in den Zellen Gerbstoff gefunden wird, auch Phloroglucin nachgewiesen werden kann. HARVEY (1925) hat dem Phloroglucin und seiner Verteilung im Gewebe der Obstbäume eingehende Untersuchungen gewidmet. Die Verbindung spielt offenbar im Leben derselben eine sehr wesentliche Rolle, denn zur Zeit der größten Wachstumstätigkeit kommt sie in sehr beträchtlichen Mengen vor. HARVEY glaubt, das Phloroglucin sei eine Art von Schutzmittel gegen die Anhäufung der offenbar beim Wachstum entstehenden schädlichen Phenolsäuren. Ob und in welcher Form es später wieder verwendet werden kann, ist nicht nachgewiesen, und man weiß daher auch noch nicht, ob man es zu den Reservestoffen zählen darf.

Ein weiterer Teil der aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehenden Kohlehydrate wird mit anderen Elementen, vor allem mit Stickstoff, Schwefel und Phosphor zu Eiweißstoffen umgebaut. Aus dieser, in einer unübersehbaren Mannigfaltigkeit vorkommenden Stoffgruppe sind das Protoplasma und die Zellkerne im wesentlichen aufgebaut. In ihnen sieht man vielfach die wichtigsten Träger der Lebenserscheinungen überhaupt. Man weiß, daß sich an ihrem Aufbau eine als *Aminosäuren* bezeichnete Gruppe von einfacher gebauten Stickstoffverbindungen wesentlich beteiligt. Diese sind, im Gegensatz zu den kompliziert gebauten Eiweißstoffen, im Zellsaft löslich. Sie spielen, zusammen mit den Zuckerarten, für den Aufbau der Eiweißstoffe eine ähnliche Rolle, wie die Zucker allein für den Aufbau der unlöslichen Kohlehydrate.

Der Stickstoff, der aus dem Boden in Form von Salpetersäure, also in anorganischer Bindung, aufgenommen werden muß, wird nach den Untersuchungen von THOMAS (1927) schon in den Wurzeln in die organischen Aminosäuren übergeführt. Wir können diesen wichtigen Vorgang als „Assimilation des Stickstoffs“ bezeichnen und der Assimilation des Kohlenstoffes in den Blättern an die Seite stellen. Als Stickstoffreserven dienen unsern Obstbäumen aber nicht die löslichen Aminosäuren selbst, sondern die unlöslichen, kompliziert gebauten Eiweiße, die hauptsächlich in den Elementen des Bastteiles gespeichert werden. Wenn Wachstumsperioden eintreten, werden sie wieder in lösliche und daher leicht transportierbare Aminosäuren abgebaut, ähnlich wie die unlösliche Stärke oder die „Hemicellulosen“ in leicht lösliche Zuckerarten zerlegt werden.

Auch Phosphorsäure und Schwefel, die neben Stickstoff als Bestandteile von Eiweißstoffen in Betracht kommen, werden dem Boden in anorganischer Form entnommen und müssen in organische übergeführt werden. Für den Phosphor spielt sich dieser Vorgang vermutlich ebenfalls in den Wurzeln ab. MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) konnten in den Geweben aus oberirdischen Organen des Apfelbaumes Phosphorsäure und ihre Salze auf mikrochemischem Wege nicht nachweisen. Phosphorsäurereserven werden sehr wahrscheinlich ebenfalls in Form von phosphorhaltigen Eiweißen angelegt.

In eine Reihe von organischen Verbindungen treten auch die aus dem Boden aufgenommenen Mineralstoffe ein, so, wie wir schon gesehen haben, das Magnesium in das kompliziert gebaute Molekül des Blattgrüns. Ob aber die Metalle in dieser Form ebenfalls als wirksame Reserven speicherbar sind, kann nicht entschieden werden.

So haben wir zwei große Gruppen von Reservestoffen kennen gelernt: die stickstofffreien Kohlehydrate und Fette und die stickstoffhaltigen Eiweißstoffe, und wir wollen uns nun vorerst fragen, in welcher Weise diese geleitet werden, und uns dann ein Bild über den Kohlehydrat- und Eiweißhaushalt unserer Bäume im Verlauf des Jahres zu entwerfen suchen.

Der in den Blättern entstehende Zucker wird zum größten Teil sogleich in Stärke übergeführt und in den Palissaden- und Schwammparenchymzellen des Blattes aufgespeichert. Unterwirft man gegen Abend eines Sommertages ein Obstbaumblatt der Stärkeprobe, so findet man in ihm sehr zahlreiche und große Stärkekörner. Macht man dagegen das Experiment am frühen Morgen, so beobachtet man nur sehr wenig Stärke. Ein Teil diente zur Atmung, aber der größte Teil ist während der Nacht wiederum in Zucker aufgelöst und abwärts transportiert worden.

Es stehen für diesen *Abtransport der Kohlehydrate* theoretisch zwei Wege offen: die Wasserleitungsbahnen des Holzes und die Elemente des Bastteiles. Man darf heute mit Sicherheit annehmen, daß die Ableitung im Bast vor sich geht. Als bester Beweis für diese Annahme gilt die Reaktion des Baumes auf den als „*Ringelung*“ bezeichneten Eingriff. Wir lösen zum Beispiel an einem Ast Ende Mai oder anfangs Juni zwischen zwei etwa 1—2 cm voneinander entfernten Zirkelschnitten Rinde und Bast bis auf das Holz ab. Wir operieren dabei sehr sorgfältig, damit wir nicht die Wasserleitungsbahnen des Holzes beschädigen und verstreichen die Wunde zum Schutz vor Austrocknung sogleich mit Baumwachs. Die Wasserversorgung des Astes wird durch diesen Eingriff, wie wir bereits wissen, nicht wesentlich beeinträchtigt. Schon nach einigen Wochen konstatieren wir, daß der obere Wundrand ein viel kräftigeres Wundgewebe zeigt als der untere, und daß die Heilung der Wunde zur Hauptsache von oben her vor sich geht. Wenn wir durch Nachschneiden dafür sorgen, daß die Wunde sich nicht vorzeitig schließt, so können wir an geringelten Ästen, sofern sie keine Früchte tragen, oft schon im September eine auffällige Verfärbung des Laubes beobachten. Betrachten wir die Blätter näher, so fällt uns ihre derbe Beschaffenheit auf, und unterwerfen wir sie der Stärkeprobe, so zeigen sie sich prall mit diesem Reservestoff gefüllt. Auch die Gewebe des oberhalb der Ringelung gelegenen Astteiles, der Bast und die Parenchym- und Markstrahlzellen des Holzes sind mit Stärke überfüllt. Unterhalb der Ringelung finden wir sie dagegen auffallend spärlicher vor. Durch die Ringelung verhinderten wir den Abtransport der Kohlehydrate in den Stamm und in die Wurzeln, weil wir die Leitelemente unterbrochen haben. Die vorzeitige Verfärbung der Blätter ist auf die Unmöglichkeit des Abtransportes und die Überfüllung mit Kohlehydraten zurückzuführen. Auf dieses wichtige Experiment werden wir in den Abschnitten

über die Bildung von Blütenknospen und die Entwicklung der Frucht noch mehrfach zurückkommen. Wir wollen uns aber hier schon merken, daß wir in der Ringelung, oder auch nur in der Strangulierung durch Einschnüren der Rinde mit einem Draht oder besser mit einem Blechstreifen, die oft willkommene Möglichkeit haben, die Speicherung der Kohlehydrate in den Ästen zu verstärken und die Ernährung der Wurzeln mit Kohlehydraten abzuschwächen. Die Annahme von DIXON (1922, 1924), daß der Abwärtstransport der Kohlehydrate im jüngsten Holz vor sich gehe, kann nicht aufrecht erhalten werden.

Wenn so im Verlauf des Sommers mit dem Aufspeichern von Reservestoffen ein Abwärtstransport von Kohlehydraten verbunden ist, so muß umgekehrt im Frühjahr, zur Zeit des Austriebes, ein Transport der zur Verwendung gelangenden Reserven in umgekehrter Richtung einsetzen. Auch hier stehen zwei Transportwege offen: der Gefäßteil des Holzes und die Elemente des Bastes. Unter dem Einfluß von ALFRED FISCHER (1890) galt lange Zeit die Theorie, daß die *Aufwärtsbewegung der organischen Stoffe* in den Wasserleitungsbahnen erfolge. Ringelt man aber *vor dem Austrieb* Zweige und Äste des Apfelbaumes, so beobachtet man, wie MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) zeigen konnten, in den oberhalb der Ringelung gelegenen Teilen bald einen auffälligen Abbau der Stärke. Während in normal austreibenden Zweigen die Markstärke zum größten Teil erhalten blieb, wurde sie hier bis auf vereinzelte Zellen ebenfalls verbraucht. An den geringelten Zweigen traten Schädigungen auf, die um so größer waren, je früher die Ringelung vorgenommen und je näher bei der Knospe sie angelegt wurde. Blüten vermochten sich in den Versuchen von MÜLLER-THURGAU und KOBEL nur zu entwickeln, wenn die am 7. April, zur Zeit, da die Knospen zu schwellen begannen, ausgeführte Ringelung mehr als 3 cm von der Knospe entfernt war. Wurde sie 3—10 cm hinter der Knospe ausgeführt, so vermochte sich nur ein Teil der Blüten zu entwickeln. Diese erreichten zudem die normale Größe nicht und bildeten kein Anthocyan aus (Abb. 9). Blattknospen wurden weit weniger geschädigt als Blütenknospen, offenbar weil sie zum Austrieb viel weniger Reserven benötigen. Die oberhalb der Ringelung gelegenen Teile zeigten alle Anzeichen von Kohlehydrathunger.

Nun kann man gegen diese Versuche allerdings einwenden, daß durch die Ringelung von so dünnen Zweigen eine Schädigung der Wasserleitungsbahnen entstanden sei und daß, wenn der Zuckertransport in diesen erfolge, eine Störung der Kohlehydratversorgung ebenfalls eintreten müsse. Tatsächlich haben DIXON und andere Forscher nach der Ringelung eine teilweise Verstopfung der Gefäße konstatiert. Aber auch wenn die Ringelung mit der größten Sorgfalt ausgeführt wird, ergibt sich, wie CURTIS zeigte, eindeutig der Bast als Ort des Kohlehydrattransportes. An größeren Ästen, die vor dem Austrieb geringelt wurden, ergab sich auch auf makrochemischem Wege eine auffällige Armut an Kohlehydraten. Wir gelangen also mit LINSBAUER (1920), der eine kritische Zusammenstellung der Literatur veröffentlichte, und entgegen ALFRED FISCHER, zum Schluß, daß wenigstens der größte Teil des Aufwärtstransportes der Kohlehydrate im Frühjahr im Bast erfolge, wollen aber die Frage offen lassen, ob daneben auch ein geringerer Transport im jungen Holz vor sich gehe.

Wie die Kohlehydrate dürften auch die *Stickstoffreserven* in Form von Aminosäuren im Bast aufwärts geführt werden; denn CURTIS (1923) fand in geringelten Ästen oberhalb der Ringelstelle weniger Stickstoff als in ungeringelten Kontrollen. Da ein Aufwärtstransport der in den Wurzeln aufgebauten Aminosäuren während der ganzen Vegetationsperiode erfolgt, müßte also die Stickstoffversorgung der oberhalb der Ringelung gelegenen Organe in einer sehr wirksamen Weise behindert werden. Wir werden später sehen, daß dieser

Tatsache für die Frage der Blütenknospenbildung eine große Bedeutung zukommt.

Wir wollen nun versuchen, den *Kohlehydrat- und Eiweißhaushalt* unserer Obstbäume im Verlauf des Jahres zu überblicken. Die Angaben, die uns über



Abb. 9. Folgen der Ringelung hinter Blütenknospen zur Zeit des Austriebes.

Die Pfeile geben die Ringelstellen an. Oben: Gute Luise, geringelt am 7. April, photographiert am 1. Mai.
Unten: Birne Mlle. Solange, geringelt am 15. April, photographiert am 5. Mai. (Aus MÜLLER-THURGAU und KOBEL 1928.)

diese Frage zur Verfügung stehen, stammen meist von amerikanischen Forschern und beziehen sich fast ausschließlich auf den Apfelbaum, der von ihnen als Forschungsobjekt bevorzugt wird. Wir dürfen aber annehmen, daß sich die anderen Kern- und Steinobstarten in ihrem Haushalt grundsätzlich gleich verhalten. Erwähnt sei noch, daß die Angaben der verschiedenen Forscher sich

nicht immer restlos decken. Dies hängt zum größten Teil mit der Verschiedenheit der angewandten Versuchsmethodik zusammen.

Wir wollen zuerst die *Veränderungen im Zuckergehalt* im Verlauf eines Jahres besprechen. Im Gewebe unserer Obstbäume kommen verschiedene Zuckerarten vor. Wir können sie in zwei große Gruppen teilen, in diejenigen, welche FEHLINGsche Kupfersulfatlösung reduzieren und in nichtreduzierende. In die erste Gruppe gehören Traubenzucker (Glykose oder Dextrose), Fruchtzucker (Fructose) und der nach MITRA (1921) im Gewebe des Apfelbaumes verbreitete Malzzucker (Maltose). Zu den nicht reduzierenden ist vor allem der verbreitete Rohrzucker (Saccharose) zu zählen. Die graphische Darstellung der Abb. 10 gibt uns die Verbreitung der reduzierenden und nichtreduzierenden Zuckerarten in Fruchtzweigen und in den Wurzeln des Apfelbaumes nach den Untersuchungen von MITRA (1921). In der horizontalen Richtung sind die Monate angegeben, die Vertikale gibt den Zuckergehalt in Prozent des Trockengewichtes an. Wir sehen, daß die reduzierenden Zuckerarten sehr wesentlich überwiegen. Sie erreichen bis 8% des Trockengewichtes, während der Rohrzuckergehalt höchstens bis zu 2% steigt. Die reduzierenden Zucker weisen ihr Maximum im Verlauf des Winters auf. Im Frühjahr, zur Zeit des Austriebes, wird ihre Konzentration herabgemindert,

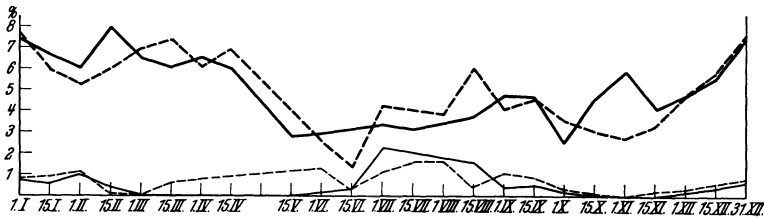


Abb. 10. Gehalt an reduzierendem und nicht reduzierendem Zucker im Gewebe des Apfelbaumes während eines Jahres in Prozent des Trockengewichtes. Die ausgezogenen Kurven geben den Zuckergehalt in Fruchtspießen, die gestrichelten denjenigen der Wurzeln an. Breit ausgezogene Kurven = reduzierender Zucker, schwach ausgezogene = Rohrzucker. (Nach MITRA.)

um dann im Verlauf der Vegetationsperiode langsam und nicht stetig wieder zu steigen. Im Herbst scheint ein sekundäres Minimum vorzukommen. Der Gehalt an reduzierendem Zucker ist im Fruchtholz und in der Wurzel annähernd gleich hoch, und die Schwankungen verlaufen in beiden Organen ziemlich parallel. Etwas anders verhält sich der Rohrzucker. Während des Winters ist er ebenfalls in Zweigen und Wurzeln in annähernd gleicher Konzentration enthalten. Im Frühjahr verschwindet er in beiden Organen bis auf Spuren, nimmt aber in den Wurzeln schon bald wieder zu, um nur vorübergehend zur Zeit des Austriebes zu sinken. Erst nach dem Austrieb beginnt der Rohrzuckergehalt des Fruchtholzes auch wieder anzusteigen. Er erreicht im Verlauf des Sommers ein Maximum. Im Herbst finden wir sowohl in den Zweigen als auch in den Wurzeln neuerdings ein Rohrzuckerminimum.

Die Schwankungen im Gehalt an reduzierenden und nicht reduzierenden Zuckerarten lassen erkennen, daß keine einfachen Gesetzmäßigkeiten vorliegen. Die Produktion von Zucker durch die Blätter, der Aufbau und Abbau der Reservekohlehydrate, die Verwendung für Wachstum und Atmung spielen in komplizierter Weise ineinander. Zugewogen sind aber diese wichtigen Betriebs- und Baustoffe immer und überall.

Während die Verteilung des Zuckers in den einzelnen Geweben auf mikrochemischem Wege nach den Untersuchungen von MÜLLER-THURGAU und KOBEL nur schwer zu verfolgen ist, kann die Verteilung der Stärke mit Leichtigkeit beobachtet werden. Die Körner färben sich mit Jodlösungen rasch intensiv blau,

so daß sie an Rasiermesserschnitten unter dem Mikroskop sehr leicht beobachtbar sind. Wir kennen daher die Orte der Stärkespeicherung und die Veränderungen im Stärkegehalt seit langem recht gut. Stärke wird hauptsächlich im parenchymatischen Gewebe von Rinde, Bast und Holz, in den Markstrahlzellen und im Mark aufgespeichert. Sehr groß ist namentlich auch der Stärkegehalt der Wurzeln. Beim frühjährlichen Austrieb verschwindet die Stärke, wie PRICE (1916) nachwies, zuerst in der Rinde, dann im Holzparenchym, nachher in den Markstrahlen und zuletzt im Mark. Die Triebspitzen verlieren ihre Stärke zuerst, dann die Zweige und Äste und zuletzt die Wurzeln. Eingehendere Beobachtungen, so diejenigen von SWARBRICK (1927), die von MÜLLER-THURGAU und KOBEL und anderen bestätigt werden, zeigen, daß die Schwankungen im Stärkegehalt nicht einfach sind, daß vielmehr im Lauf eines Jahres zwei Maxima und zwei Minima vorkommen. Im Herbst findet man alle Gewebe prall mit Stärke gefüllt. Im Verlauf des Winters verschwindet sie namentlich in den oberirdischen Teilen in auffälliger Weise bis etwa anfangs Februar ein Minimum erreicht ist. Kurze Zeit vor dem Austrieb taucht sie in den Zweigen neuerdings reichlich auf, um dann im April und Mai während der frühjährlichen Wachstumsperiode von der

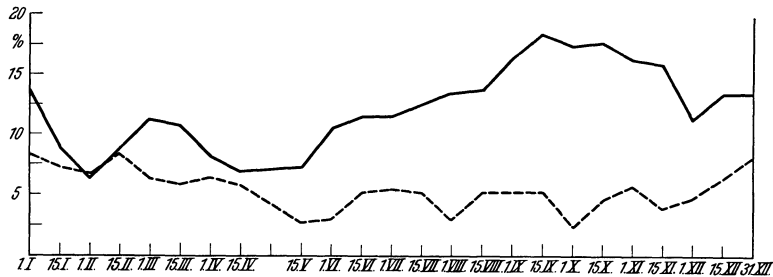


Abb. 11. Schwankungen des Gehaltes an löslichen und unlöslichen Kohlehydraten im Fruchtholz des Apfelbaumes während eines Jahres in Prozent des Trockengewichtes. Ausgezogene Kurve = „Stärkegehalt“ (in Wirklichkeit sämtliche hydrolysierbaren Kohlehydrate). Gestrichelt = Kurve des Totalzuckergehaltes. (Nach MITRA.)

Spitze her rasch zu verschwinden. Nach dem Austrieb findet man sozusagen keine Stärkekörner mehr. Erst vom Juni an beginnt in den Geweben eine allmähliche Stärkespeicherung, die zunimmt bis nach dem Laubfall. Aus den Blättern wird vor dem Laubfall noch der größte Teil der Kohlehydrate zurückgezogen.

Weniger leicht als diese qualitativen Untersuchungen der Stärke sind die quantitativen. Was wir namentlich in der älteren Literatur als „Stärke“ angegeben finden, ist gewöhnlich Stärke plus der größte Teil derjenigen Stoffe, die wir als „Hemicellulosen“ bezeichnet haben. Nur wenige Forscher haben eine Untersuchungstechnik angewendet, die gestattet, die Stärke von den als Verdickung der Zellwände angelagerten Reservekohlehydraten zu unterscheiden.

Es sind mir keine Untersuchungen an Obstbäumen bekannt, in denen der Stärkegehalt allein an einer genügenden Zahl von Daten im Verlauf eines Jahres bestimmt wurde; denn in den Untersuchungen von MITRA (1921) ist offenbar auch ein großer Teil der „Hemicellulosen“ inbegriffen. Die Kurve der Abb. 11 gibt uns daher eher ein Bild vom jährlichen Verlauf des Gehaltes an sämtlichen in fester Form vorhandenen Reservekohlehydraten. Der Verlauf der Kurve entspricht dennoch den Schwankungen des Stärkegehaltes, die wir anhand von mit Jod gefärbten Rasiermesserschnitten beobachtet haben. Wir finden den Abstieg der Kurve im Verlauf des Winters, das kleine Minimum anfangs Februar,

das sekundäre Maximum im März, dem ein Minimum zur Zeit des Austriebes im Mai und der langsame Anstieg gegen den Herbst hin folgt. Wie aus der in der gleichen Abbildung enthaltenen Kurve über den Gesamtzuckergehalt ersichtlich ist, wird das Verschwinden der festen Kohlehydrate zur Zeit des Austriebes nicht durch einen entsprechenden Anstieg der im Zellsaft gelösten Kohlehydrate wettgemacht. Dagegen sehen wir während des Rückganges im Verlauf des Winters ein Ansteigen der Zuckerkurve. Diesen Anstieg hat auch TRAUB (1927) festgestellt. Der letztgenannte Forscher möchte auf Grund dieser Beobachtung unsere Obstbäume sogar lieber zu den „Zuckerbäumen“ als zu den „Stärkebäumen“ zählen.

Um ein Bild vom Gehalt an „Hemicellulosen“ im Vergleich zum Stärkegehalt zu geben, sind in Tabelle 5 einige Zahlen aus den Untersuchungen von KRAYBILL, POTTER und Mitarbeitern (1925) herausgegriffen. Wir sehen, daß die Stärke nur einen geringen Teil der festen Kohlehydratreserven ausmacht. Dennoch läßt sich an ihrer großen Bedeutung für den Kohlehydrathaushalt unserer Obstbäume nicht im geringsten zweifeln.

Tabelle 5. Stärkegehalt und Gehalt an „Hemicellulosen“ im Fruchtholz des Apfelbaumes nach KRAYBILL, POTTER und Mitarbeitern (1925), bezogen auf das Trockengewicht.

Datum der Untersuchung	Stärke %	„Hemicellulosen“ % (bestimmt als Traubenzucker)	Datum der Untersuchung	Stärke %	„Hemicellulosen“ % (bestimmt als Traubenzucker)
20. April . .	1,08	17,36	14. Juni . .	1,73	16,83
25. „ . .	1,42	14,97	20. „ . .	1,98	16,11
2. Mai . .	1,17	17,23	27. „ . .	2,31	16,37
9. „ . .	1,13	16,14	6. Juli . .	2,31	16,79
16. „ . .	1,03	17,15	15. „ . .	3,36	17,52
23. „ . .	0,89	19,04	6. August .	3,67	17,38
31. „ . .	1,05	17,68	5. Sept. .	6,13	16,38
6. Juni . .	1,17	17,83	4. Februar	0,81	—

Wenn wir diese Zahlen betrachten, so fällt uns die Regelmäßigkeit der Stärkekurve auf, die zudem in Übereinstimmung mit Verbrauch und Austrieb steht, wogegen die Zahlen für die „Hemicellulosen“ in unregelmäßiger Weise schwanken, so daß wir den Eindruck erhalten, daß entweder die Bestimmungsmethodik nicht einwandfrei war, oder dann den „Hemicellulosen“ für den Kohlehydrathaushalt keine eindeutige Rolle zukomme.

Über die Schwankungen im Gehalt an *Eiweißstoffen*, die unsere Obstbäume im Verlauf des Jahres aufweisen, sind wir nur ungenügend unterrichtet. Die Analysen wurden zu wenig oft wiederholt, und es wurde vielfach auch nur der Gesamtstickstoff angegeben. Immerhin hat TRAUB (1927) festgestellt, daß der Aminostickstoffgehalt zur Zeit der Wachstumsperiode am größten und in der Ruhezeit am geringsten ist, daß sich dagegen der Proteinstickstoff, also der in den Eiweißen enthaltene, gerade umgekehrt verhält. Wenn wir daran denken, daß der Stickstoff eben als Aminostickstoff in Form von Aminosäuren transportiert wird, so erscheint uns dieser Befund leicht verständlich. Um zu zeigen, in welcher Größenordnung sich die Schwankungen des Stickstoffgehaltes etwa bewegen, greife ich in Tabelle 6 einige Zahlen von KRAYBILL, POTTER und Mitarbeitern (1925) heraus. Sie beziehen sich auf den Gesamtstickstoff, ausgedrückt in Prozent des Trockengewichtes im Fruchtholz eines nichttragenden Apfelbaumes, der in Rasen stand.

Wir sehen aus diesen Zahlen, daß im April, zur Zeit des Austriebes, der Stickstoffgehalt verhältnismäßig hoch ist, daß er dann abnimmt und im Mai

Tabelle 6. Stickstoff-, Phosphor- und Aschengehalt im Fruchtholz eines Apfelbaumes, bezogen auf das Trockengewicht, nach KRAYBILL, POTTER und Mitarbeitern (1925).

Datum der Untersuchung	Stickstoff %	Phosphor %	Total-Asche %
20. April	1,13	0,147	9,67
25. „	1,04	0,151	9,67
2. Mai	0,82	0,128	9,18
9. „	0,76	0,115	9,26
16. „	0,76	0,114	9,30
23. „	0,91	0,137	8,90
31. „	0,81	0,135	9,10
6. Juni	0,85	0,142	8,97
14. „	0,80	0,130	8,89
20. „	0,75	0,125	8,63
27. „	0,88	0,146	8,58
6. Juli	0,88	0,152	8,08
15. „	0,81	0,135	7,11
6. August	0,82	0,131	7,14
5. September	0,85	0,126	7,26
4. Februar	1,04	0,151	7,84

ein Minimum erreicht. Der erwartete Anstieg des Stickstoffgehaltes gegen den Herbst hin ist aus diesen Zahlen nicht genügend ersichtlich, weil Analysen in der zweiten Hälfte des Septembers und im Oktober ausstehen. Doch wird dieser Anstieg der Kurve durch die Zahl vom 4. Februar angedeutet, und wir wissen aus den Untersuchungen von COMBES (1924, 1926), daß der im Eiweiß der Blätter enthaltene Stickstoff zum größten Teil vor dem herbstlichen Blattfall zurückgezogen wird. In den entsprechenden Zweigen aus einem in reichlich mit Stickstoff gedüngtem Boden stehenden Apfelbaum fanden die amerikanischen Forscher wesentlich höhere Stickstoffgehalte, den höchsten — 1,43% — am 4. Februar.

Die Kurve für den *Phosphorgehalt* (Tabelle 6) verläuft in ähnlicher Weise wie die Stickstoffkurve. Auch der Phosphor ist nach dem Austrieb am spärlichsten vorhanden und wird gegen den Herbst hin neuerdings gespeichert.

Der Vollständigkeit halber ist in die Tabelle 6 auch der Totalaschengehalt aufgenommen. Wir sehen, daß er während des Sommers langsam und stetig abnimmt.

Alle in diesem Abschnitt enthaltenen Kurven und Zahlenreihen zeigen einen wenig glatten Verlauf. Dies hängt in erster Linie vom verwendeten Analysenmaterial ab. Es ist in praxi sehr schwierig, vergleichbare Teile zu sammeln; denn die verschiedenen Zweigformen haben, wie KROEMER (1914—15) und vor allem auch A. SCHELLENBERG (1926) hervorheben, einen sehr ungleichen anatomischen Bau. So enthält beispielsweise das Fruchtholz verhältnismäßig viel mehr Rinde und Bast und viel weniger Holz als Langtriebe. Die Speicherfähigkeit von Holz und Bast ist aber weitgehend verschieden. Die Verkürzung und Verdickung der Fruchtholzsysteme bedingt eine ausgesprochene Eignung für die Anhäufung von Reservestoffen. Etwas bessere Ergebnisse würde man daher in den chemischen Untersuchungen erzielen, wenn man, wie es TRAUB (1927) durchführte, die äußere Rinde, den Bastteil, das äußere Holz und das innere Holz mit dem Mark je für sich untersuchen würde. Doch tritt bei diesem Vorgehen eine sehr beträchtliche Arbeitsvermehrung ein. MÜLLER-THURGAU und KOBEL untersuchten Rinde-Bast und Holz-Mark je für sich und konnten zeigen, daß die Schwankungen des Zuckergehaltes und des Gehaltes an hydrolysierbaren Kohlehydraten in den beiden Systemen nicht immer gleichsinnig verlaufen.

F. Der Einfluß von Kälte und Wärme.

Abhängigkeit der chemischen Prozesse von der Temperatur. — Einfluß der Temperatur auf den frühjährlichen Austrieb und die Fruchtreife. — Abhängigkeit des Obstbaues von Temperatureinflüssen. — Schädigungen durch hohe Temperaturen. — Schädigungen durch tiefe Temperaturen.

Das Leben unserer Obstbäume ist von der Temperatur in vielen Hinsichten abhängig. Sie ist entscheidend für die Geschwindigkeit, mit der alle chemischen Umsetzungen ablaufen, deren Zahl und Mannigfaltigkeit im komplizierten Organismus einer Pflanze unübersehbar ist. Wir können daher nie hoffen, die Temperatureinflüsse bis in die letzten Einzelheiten zu übersehen, und müssen uns zufrieden geben, wenn wir wenigstens einige Einblicke in die wichtigsten Zusammenhänge haben. Erschwerend tritt hinzu, daß die einzelnen Vorgänge vielfach voneinander abhängig sind. So nimmt, um nur ein Beispiel zu erwähnen, die Assimilation des Kohlenstoffes pro Zeiteinheit bis zum Optimum mit steigender Temperatur im allgemeinen zu. Wird aber infolge des Temperaturanstieges die Wasserverdunstung zu groß, so beginnen sich die Spaltöffnungen der Blätter zu schließen. Es tritt Mangel an Kohlensäure ein, und der Aufbau des Zuckers wird gehemmt. Dagegen wird die Atmung, also der Verbrauch von Kohlehydraten, durch die Erhöhung der Temperatur gefördert, so daß diese zum Gegenteil dessen führen kann, was wir eigentlich erwarten sollten: zu einer Verminderung, statt zu einer Vermehrung der Kohlehydrate, trotzdem das Temperaturoptimum für die Assimilation nicht überschritten wurde.

Dieses einzige Beispiel mag zeigen, daß uns die Kenntnis des Temperatureinflusses auf die einzelnen Lebensvorgänge wenig nützt, wenn wir diese nicht gleichzeitig in den ganzen Lebenszusammenhang zu stellen vermögen. Der gegenwärtige Stand der Forschung läßt eine solche Betrachtungsweise aber noch keineswegs zu. Wir sind vielmehr gezwungen, den Einfluß der Temperatur auf die *Gesamtheit der Lebensvorgänge* zu betrachten und die Erkenntnis der Einzelheiten und ihrer wichtigsten Zusammenhänge der künftigen Forschung zu überlassen.

Aber auch bei einer solchen Betrachtungsweise stoßen wir sogleich auf Schwierigkeiten. Wenn wir uns beispielsweise die Frage stellen, welche Temperaturen notwendig seien, um die Knospen vom winterlichen Ruhezustand bis zur offenen Blüte zu entwickeln, so zeigt sich bald, daß die eindeutige Lösung dieser einfach scheinenden Aufgabe nicht möglich ist. Wir müssen nach der Methode der Phänologen vorgehen und für eine Anzahl Standorte vom 1. Januar an die mittleren Tagestemperaturen addieren, um dann festzustellen, bei welcher Temperatursumme die einzelnen Obstarten und -sorten zu blühen beginnen. Dieser Weg wurde von einer Anzahl Forscher, wie WAUGH, SANDSTEN, BRADFORD, beschritten und führte zu der merkwürdigen Tatsache, daß sich zwischen Temperatursumme und Aufblühzeit einfache Zusammenhänge nicht ergeben. An den bei etwa 30—32° nördlicher Breite gelegenen Stationen war die erforderliche Temperatursumme annähernd doppelt so groß, wie an den zwischen 40 und 42° gelegenen. Diese Erscheinung hängt offenbar mit der Frage der Winterruhe zusammen: in südlichen Gegenden mit relativ hohen Wintertemperaturen dauert die obligate Ruhe unserer Obstarten, d. h. die Zeit, in der ein Wachstum auch bei Temperaturen über dem Wachstumsminimum nicht möglich ist, wesentlich länger als an Orten mit tiefen Wintertemperaturen. So stehen wir vor der paradox anmutenden Tatsache, daß der frühjährliche Austrieb in niedrigen geographischen Breiten wesentlich langsamer vor sich geht als weiter polwärts. In unseren nördlich der Alpen gelegenen Obstbaugebieten kommt allerdings diese paradoxe Erscheinung nicht zur Geltung.

Wesentlich anders macht sich nach den Zusammenstellungen von PHILLIPS (1922) der Einfluß der Temperatur auf die Fruchtreife geltend. Hier finden wir mit abnehmender Temperatur gegen Norden eine wesentliche Verlängerung der Zeit zwischen Blüte und Ernte. Die Verzögerung der Reifezeit beträgt beispielsweise im Mississippital zwischen 31° und 41° nördlicher Breite durchschnittlich 5,8 Tage pro Grad für den Elbertapfirsich, für die Apfelsorte Ben Davis zwischen 32° und $43,5^{\circ}$ 4,7 und für Abundancepflaume 4,4 Tage. In den Gebieten an der atlantischen Küste soll diese Verzögerung der Reifezeit ähnlich verlaufen. In unseren europäischen Obstbaugebieten liegen die klimatischen Voraussetzungen nicht so einfach, und die Zusammenhänge zwischen geographischer Breite und Reifezeit der Obstsorten sind deshalb nicht so durchsichtig. Wir müssen zudem noch mit einer wesentlichen Verzögerung der Fruchtreife mit steigender Meereshöhe rechnen, die durchschnittlich pro Anstieg um je 100 m wenigstens 8 Tage betragen dürfte.

Diese Verzögerung der Reifezeit mit zunehmender nördlicher Breite und Meereshöhe, also mit abnehmender mittlerer Temperatur während der Vegetationszeit, ist einer der wesentlichen Faktoren, welche über die Anbauwürdigkeit einer Sorte an einem bestimmten Ort entscheiden. So kann die Verzögerung für eine Sorte so groß werden, daß sie nicht mehr ausreift und vom Anbau ausscheidet. Dies trifft beispielsweise für die meisten südfranzösischen Spätbirnensorten in Deutschland oder im schweizerischen Mittelland zu. Apfelsorten, die in der schweizerischen Hochebene zwischen 400 und 600 m Meereshöhe als gute Wintersorten bekannt sind, reifen in Grindelwald bei 1000 m nicht mehr aus. Die Herbstäpfel, wie Jaques Lebel, werden dort zu Wintersorten und der Weiße Klarapfel reift im Herbst. Wie kompliziert aber die Verhältnisse im einzelnen liegen, beweist die Angabe von OVERHOLSER und TAYLOR, daß in heißen Gebieten von Kalifornien die Reifezeit der Birnen durch hohe Sommertemperaturen hinausgeschoben werden könne.

Aber auch für die Ausbildung der bestmöglichen Qualität einer Sorte ist eine bestimmte Sommertemperatur ausschlaggebend. Apfelsorten wie Weißer Winterkalvill oder Kanadareinette verlangen zur vollen Ausbildung ihres beliebten Aromas weit höhere Sommertemperaturen als Gravensteiner oder Berner Rosenapfel.

Die verschiedenen Kern- und Steinobstarten und ihre vielen Sorten ermöglichen bei geeigneter Auswahl einen Obstbau unter sehr verschiedenen mittleren Jahrestemperaturen. Bestimmte Grenzen lassen sich aber auch hier nicht angeben. An Orten mit zwar hohen aber gleichmäßigen Temperaturen und genügend Bodenfeuchtigkeit ist der Anbau von Obstarten viel eher möglich, als an durchschnittlich gleich warmen, die kurze, aber extreme Hitzeperioden oder geringe Wasserzufuhr haben. Auf der anderen Seite verhindern manchmal recht geringe mittlere Jahrestemperaturen den Obstbau keineswegs, während er an anderen mit vielleicht höheren durchschnittlichen Temperaturen unmöglich ist, weil extrem tiefe Wintertemperaturen oder gefährliche Spätfröste allzu häufig auftreten.

In den Gebieten nördlich der Alpen hat der Obstbau, genügende Wasserzufuhr vorausgesetzt, selten unter zu hohen Temperaturen ernstlich zu leiden. Immerhin kommen Schädigungen durch Sonnenbrand recht häufig zur Beobachtung. Wir treffen sie namentlich beim Apfel, der sich von allen Obstarten in dieser Hinsicht am empfindlichsten erweist. Wir finden besonders bei rotgefärbten und gestreiften Sorten, vor allem im Juli nach heißen Tagen, oft Früchte, die auf der Sonnenseite eine wie verbrüht aussehende kreisrunde Stelle aufweisen. Die intensive Sonnenstrahlung vermochte das Gewebe der äußersten

Zellschichten abzutöten, und es trat Zellsaft in die Zwischenzellräume aus. Solche Früchte sind wertlos und gehen meist an Fäulnis zugrunde. Nachdem ein gewisses Reifestadium überschritten ist, tritt dieser Sonnenbrand gewöhnlich nicht mehr auf.

Sonnenbrand findet man gelegentlich auch an Stämmen und Ästen, die vorher beschattet waren und durch irgendeinen Eingriff, etwa durch die Entfernung der Krone beim Umpfropfen, plötzlich der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt werden. Rinde und Bast werden durch die Hitzewirkung bis aufs Cambium abgetötet und lösen sich später ab. Die Erscheinung kann besonders oft bei Apfel- und Kirschbäumen beobachtet werden.

Schädigungen des Blattwerkes durch Hitze sind in unseren Breiten bei genügender Wasserzufuhr kaum wahrzunehmen. Dagegen trifft man bei Praktikern oft die Ansicht, daß Schädigungen der Blüten durch Hitzewirkungen vorkämen. In den Föhntälern der Alpen sollen an heißen Tagen die Blüten der Obstbäume zum Welken gebracht werden. Wenn solche Fälle auch selten sein mögen, so ist doch bei zu hoher Temperatur während der Blüte mit einer Beeinträchtigung der Befruchtung infolge Eintrocknens des Narbensekretes zu rechnen. Zudem geht bei solchem Wetter der Blühet rasch vorüber, so daß die Aussichten für eine genügende Pollenübertragung sich vermindern.

Viel wichtiger als die Schädigungen durch hohe Temperaturen sind in unseren nördlichen Obstbaugebieten aber die Zerstörungen durch Frost. Über die tieferen Ursachen dieser Schädigungen sind seit den klassischen Untersuchungen von SACHS (1860), MÜLLER-THURGAU (1880, 1886) und MOLISCH (1897) sehr viele Arbeiten veröffentlicht worden. Aber wir besitzen auch heute noch keine restlos befriedigende Theorie über den Tod von pflanzlichem Gewebe durch Erfrieren. Es kann in diesem Zusammenhang nicht auf die Einzelheiten der großen Literatur eingegangen werden. Erwähnt sei nur, daß sowohl der Wasserentzug aus dem Protoplasma, den schon MÜLLER-THURGAU als wichtigste Ursache angenommen hatte, als auch die Eisbildung selbst darüber entscheiden können, ob ein Gewebe erfriert oder nicht. MÜLLER-THURGAU hat darauf hingewiesen, daß der Zellinhalt sich um einige Grad unterkühlen kann, und daß die Eisbildung dann, wenn die kritische Temperatur unterschritten wird, sehr rasch eintritt und daher sehr gefährlich wird. Doch hat das Gefrieren des Gewebes nicht immer auch ein Erfrieren zur Folge.

Die Schädigung des pflanzlichen Gewebes durch Kälte hängt sehr weitgehend von seinem Wassergehalt ab. Saftige Organe widerstehen der Kälte viel weniger als wasserarme. Am widerstandsfähigsten sind daher die Gewebe unserer Obstbäume zur Zeit der Winterruhe. In diesem Zustand vertragen sie sehr beträchtliche Kältegrade. Die extremste Zahl, die in dieser Hinsicht festgestellt wurde, gilt für einen Bastard von *Malus baccata* und einer Kulturapfelsorte, der nach MACOUB eine Temperatur von -50°C ertrag. Für die meisten Steinobstarten und die Birnen dürften, je nach Sorte und Ernährungszustand, -25° bis -30°C ungefähr der kritischen Temperatur entsprechen. Dagegen vermögen wohl manche Apfelsorten -35°C und weniger zu ertragen. Im Gegensatz hierzu werden die saftigen Gewebe nach dem frühjährlichen Austrieb schon bei einigen wenigen Graden unter Null empfindlich geschädigt. Wir müssen deshalb bei der Besprechung der Frostwirkung scharf zwischen Schädigungen durch extrem tiefe Temperaturen während der Vollruhe und solchen durch Spätfröste nach dem Austrieb unterscheiden.

Die Schädigungen während der Vollruhe hängen nicht nur vom erreichten Kältegrad, sondern sehr wesentlich auch vom Ernährungszustand des Gewebes ab. Gewebe, die mit Reservestoffen vollgepfropft sind, widerstehen den tiefen

Temperaturen besser als solche mit wenig Reserven. So bildet CHANDLER in seinem Lehrbuch zwei benachbart stehende Bäume der Apfelsorte Wealthy aus Plattsburg im Staate New York ab, wovon der eine im strengen Winter 1917/18 fast völlig erfror und nur noch spärlich ausgetrieben hat, während der andere völlig normal dazustehen scheint. Der erfrorene Baum hatte im vorangehenden Herbst eine Vollernte getragen, welche die Reservestoffe beanspruchte. Der andere stand leer und vermochte deshalb sein Gewebe mit Reservestoffen anzufüllen. Man nimmt jedenfalls mit Recht an, daß mit steigendem Gehalt an Kohlehydraten die Winterhärte zunehme. Viele Forscher glauben, daß unter diesen Stoffen vor allem die Pentosane bzw. Pektinstoffe ausschlaggebend seien, weil sie den Zellsaft befähigen, eine größere Menge Wasser vor dem Ausfrieren zu bewahren.

Der Praktiker bezeichnet Zweige und Äste, die mit Kohlehydraten gefüllt sind, als „gut ausgereiftes Holz“, und es ist ihm bekannt, daß Triebe, die bis spät in den Herbst hinein ihr Wachstum nicht abschließen, dem Winterfrost besonders ausgesetzt sind. Er unterläßt daher eine Stickstoffdüngung nach dem Johannistrieb, damit nicht an warmen Nachsommer- und Herbsttagen noch eine dritte Wachstumsperiode einsetze.

In gut ausgereiften Zweigen ist das Mark von allen Geweben gegen Frost am empfindlichsten. Wir finden daher, besonders oft bei Birnbäumen, nach kalten Wintern beim Schneiden gebräuntes Mark. Wenn nicht zugleich andere Gewebe beschädigt sind, so hat diese Frostwirkung nicht viel zu bedeuten, da das Mark der Zweige nicht mehr zu den unbedingt lebenswichtigen Geweben zählt. Sein Gehalt an Reservestärke wird ohnehin beim Austrieb meistens nicht benutzt.

Die Empfindlichkeiten von Holz, Cambium und Rinde stehen nicht immer in der gleichen Reihenfolge. Nach CHANDLER soll in gut ausgereiften Zweigen das Holz der jüngsten Jahrringe am empfindlichsten, das Cambium dagegen am widerstandsfähigsten sein. Es soll vorkommen, daß sowohl das äußere Holz als auch Rinde und Bast zum größten Teil absterben, und daß doch das Cambium noch fähig sei, neuen Bast und eine neue Holzschicht zu bilden. Umgekehrt kann man aber auch den Fall beobachten, daß nur Mark und Cambium gebräunt sind, während Rinde und junges Holz noch ein gesundes Aussehen zeigen. Entscheidend können allerdings in solchen Fällen nur mikroskopische Untersuchungen sein, bei denen es sich dann gewöhnlich erweist, daß in allen Geweben abgestorbene und gesunde Bezirke nebeneinander zu finden sind.

Schädigungen der Rinde durch Winterfrost sind häufig zu beobachten. Sie treten oft an dickeren Ästen und Stämmen auf und zeigen sich meist erst im Frühjahr und Sommer in Form von „Frostplatten“. Bestimmte Rindenbezirke erweisen sich weniger widerstandsfähig als die benachbarten, trocknen ein und grenzen sich mehr oder weniger scharf von den gesunden Teilen ab. Wenn diese Frostplatten nicht bis auf das Cambium reichen, so heilen die kranken Stellen leicht aus. Ist dagegen auch das Cambium erfroren, so erweist sich naturgemäß die Heilung als viel schwieriger.

Eine ebenfalls häufige Form der Kältewirkung sind die *Frostrisse*. Namentlich die Stämme von jungen, triebigen Bäumen können auf der Sonnenseite unter dem Einfluß des Frostes der Länge nach gespalten werden. Die Infektionsgefahr und die Gefahr der Austrocknung des Gewebes erheischen eine sorgfältige Pflege der großen Wunde. Man wird in erster Linie durch geeignete Maßnahmen, am besten mit Hilfe von eisernen Bändern und Schrauben, die Spalte zu verengen suchen. Durch Umwickeln des Stammes mit Sacktuch schützt man die Wunde vor Austrocknen.

Es ist schwierig, eine *Reihenfolge der Winterhärte der einzelnen Obstarten* aufzustellen. Nicht nur verhalten sich die verschiedenen Sorten sehr ungleich, sondern es sind auch andere Faktoren im Spiele, welche die Reihenfolge von Ort zu Ort und Jahr zu Jahr zu verschieben imstande sind. Jedenfalls erweist sich unter den Kernobstarten der Apfelbaum entschieden als widerstandsfähiger als der Birnbaum. Unter den Steinobstarten dürften die Sauerkirschen den tiefen Temperaturen am besten trotzen, während die Süßkirschen, die meisten Pflaumen aus der *Domestica*- und *Cerasifer*gruppe, sowie die Pfirsiche und Aprikosen wesentlich empfindlicher sind. Doch ist in nördlichen Gegenden der Anbau dieser letztgenannten Steinobstarten weniger durch die absoluten Winterminima verunmöglicht, als vielmehr durch das Auftreten von Spätfrösten kurze Zeit vor oder während der Blütezeit. Auch werden hier die hohen Sommertemperaturen, die viele von ihnen für das Ausreifen der Früchte benötigen, nicht erreicht.

Ganz anders verhalten sich nun die Gewebe gegen Kälte, *wenn die Winterruhe überschritten ist, und das Wachstum begonnen hat*. ROBERTS (1922) hat in schönen Untersuchungen an Sauerkirschen gezeigt, daß diejenigen Gewebe



Abb. 12. Ungleiche Entwicklung der Blüten in Knospen von Sauerkirschen. Links: am 15. September 1917, rechts: am 12. März 1918; die weiter entwickelte Blüte auf der rechten Seite ist erfroren und deshalb geschrumpft, während die weniger weit entwickelte auf der linken Seite dem Froste zu widerstehen vermochte. (Nach ROBERTS.)

geschädigt werden, die am frühesten ihre Weiterentwicklung beginnen. Er beobachtete, daß nur diejenigen Zellen erfrieren, die in ihrem Innern eine große Zentralvakuole besitzen, die also bereits eine bedeutende Lebenstätigkeit aufgenommen haben. Solche Zellen finden sich am reichlichsten im Markteil hinter der Fruchtknotenanlage der Blütenknospen, also in denjenigen Geweben, die sich später zum Blütenstiel ausbilden. Aber auch Teile der Griffelanlage, des Kelchblattgewebes und des Gewebes der Samenanlagen können geschädigt werden. Oft vermögen sich solche vom Frost geschädigte Knospen noch zu entwickeln. Aber die entstehenden Blüten verküppeln. Die Blütenstiele bleiben kurz, die Griffel sind verdorben und die Samenanlagen nicht normal ausgebildet. Solche Erscheinungen hat auch WERTH (1925) beschrieben. Er glaubte aber, diese „physiologische Taubheit der Blüten“ auf Ernährungseinflüsse zurückführen zu müssen. Wir begreifen nach den Untersuchungen von ROBERTS die alte Erfahrungstatsache, daß die Knospen der Obstbäume gegen Frost um so empfindlicher sind, je weiter ihre Entwicklung bereits fortgeschritten ist (Abb. 12).

Weil sich die Blütenknospen früher entwickeln als die Blattknospen, können nach Neujahr auftretende Kälteeinbrüche gelegentlich die Blütenknospen restlos vernichten und die Blattknospen völlig unbeschädigt lassen. Die Kältewelle vom Februar 1929, die in Wädenswil bis zu -26°C führte, vernichtete hier die Blütenknospen von Pfirsich, Aprikose und *Cerasifer*apflaumen vollständig.

Auch hier gingen die Schädigungen, wie in den Untersuchungen von ROBERTS, hauptsächlich von den am Grunde der Blütenknospen gelegenen Geweben aus, die gebräunt wurden und die Knospen zum Absterben brachten. Der Austrieb der Blattknospen war dagegen ein völlig normaler, und die sich später entwickelnden Obstarten, Apfel, Birne und *Domesticapflaumen* wurden nicht wesentlich geschädigt. Bei den Süß- und Sauerkirschen zeigten sich einzelne verdorbene Knospen. Wäre der Kälteeinbruch einige Wochen später erfolgt, nachdem die Blütenknospen dieser Obstarten ihre Entwicklung ebenfalls begonnen hatten, so würden diese wahrscheinlich ähnliche Schädigungen aufgewiesen haben.

Über die Widerstandsfähigkeit der Blüten gegen Spätfröste machen WESR und EDLEFSON (1921) einige Angaben. Die Blüten der Apfelsorte Ben Davis starben bei einer Temperatur von $-2,2^{\circ}\text{C}$ zu ein Fünftel ab. Eine Temperatur von $-1,7^{\circ}\text{C}$ vermochte sie dagegen nicht zu schädigen. Bei der untersuchten Pflirsichsorte starb die Hälfte der Blüten bei $-2,2^{\circ}\text{C}$ ab; bei $-1,7^{\circ}\text{C}$ blieben ebenfalls alle gesund. Aprikosenblüten erwiesen sich als etwas widerstandsfähiger und starben bei $-2,7^{\circ}\text{C}$ bis $-3,3^{\circ}\text{C}$ nur zu ein Fünftel ab. Geschlossene Blütenknospen dieser Obstart ertrugen sogar -5°C . Am empfindlichsten erwiesen sich die Süßkirschen, die tiefere Temperaturen als -1°C nicht aushielten.

G. Das vegetative Wachstum.

Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur. — Das Gesetz des Minimums. — Beeinflussung des Wachstums durch die Wasserzufuhr, Versorgung mit Mineralstoffen und Kohlehydraten. — Abhängigkeit des Wachstums von der Veredlungsunterlage. — Wachstum und Baumschnitt. — Die Wirkung der „Einschnitte“ und des Schröpfens. — Winterruhe. — Wachstumsperioden. — Das Wachstum der Wurzeln. — Die Neubildung von Wurzeln und die Vermehrung durch Steckholz.

Nachdem wir in den vorangehenden Abschnitten gesehen haben, wie die Aufnahme der lebenswichtigen chemischen Elemente erfolgt und was für chemische Verbindungen von unsern Obstbäumen aufgebaut werden, können wir versuchen, auch die Verwertung dieser Stoffe für den Aufbau von neuem Gewebe etwas näher zu verfolgen. Wir haben uns in diesem Abschnitt mit dem Längen- und Dickenwachstum der Zweige und Wurzeln zu befassen. Die Entwicklung der Blüten und Früchte wollen wir dagegen in den beiden folgenden Hauptkapiteln eingehender betrachten.

Das Wachstum ist, wie alle Lebensvorgänge, weitgehend von der Temperatur abhängig. Bei unsern Obstbäumen genügen einige wenige Grade über Null, um es zu ermöglichen. Wo aber für die einzelnen Obstarten das Minimum, also die Temperatur, bei der das Wachstum gerade noch möglich ist, liegt, ist noch nicht untersucht. Die beiden am wenigsten weit nach Norden vordringenden Obstarten, Aprikose und Pflirsich, beginnen im Frühjahr mit dem Austrieb zuerst, wachsen also schon bei geringeren Wärmegraden als die übrigen, der Kälte besser trotzendes Stein- und Kernobstarten. Wir wissen auch nicht, bei welcher Temperatur das Wachstumsoptimum der verschiedenen Obstarten liegt.

Daß der Aufbau von neuem Gewebe auch von der Wasserzufuhr, von den zur Verfügung stehenden Mineralstoffen und den organischen Reserven abhängig ist, wissen wir bereits aus den vorangehenden Abschnitten. Versagt einer der erwähnten Wachstumsfaktoren, so ist ein Wachstum ausgeschlossen. Im Januar ist in unsern Breiten eine Gewebebildung nicht möglich, weil die nötige Wärme mangelt. Im heißen Sommer setzt das Wachstum in trockenen Gebieten aus, weil die Wasserzufuhr nicht genügt; in nährstoffarmen Böden bleiben die Obstbäume klein, weil die nötigen Mineralstoffe fehlen, und Bäume, die im Vorjahr eine übermäßige Ernte getragen haben, zeigen nur einen geringen

frühjährlichen Zuwuchs, weil sie zu wenig Reservestoffe aufspeichern konnten. Das Wachstum richtet sich also nach demjenigen Faktor, dem am wenigsten Genüge geleistet ist: es folgt dem Gesetz des Minimums.

Ein Teil der wesentlichen Wachstumsfaktoren, nämlich die Wasserzufuhr, die Versorgung mit Mineralstoffen und der Kohlehydrathaushalt ist durch uns beeinflussbar. Wir können aber das Wachstum nur fördern, wenn wir denjenigen Faktor beeinflussen, der im Minimum vorhanden ist. Stehen beispielsweise die Bäume in einem stickstoffarmen Boden, so nützt eine Baumdüngung mit Kali und Phosphorsäure nichts, und die beste Kronenpflege erscheint aussichtslos, wenn die Bäume in einem Boden mit stagnierender Feuchtigkeit stehen. In praxi ist es zwar meist leicht, herauszufinden, welcher oder welche der genannten Faktoren schuld am geringen Wachstum sind, aber dennoch oft schwer, die richtige Sanierungsmaßnahme zu treffen, weil jeder dieser Faktoren in mannigfache Teilfaktoren zerfällt. So können wir zwar beispielsweise auf Grund von Austrocknungserscheinungen an den Blättern schließen, daß das Wachstum durch zu geringe Wasserzufuhr gehemmt wird; aber wir haben erst noch näher zu untersuchen, ob der Wasserhaushalt gestört ist, weil zu wenig Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung steht, oder ob Schädigungen der Wurzeln durch Mäuse, Engerlinge, oder durch schmarotzende Pilze, oder irgendeine andere Schädigung vorliege. Da ferner sehr wichtige Beziehungen zwischen Wachstum und Fruchtbarkeit bestehen, auf die wir im vierten Hauptabschnitt zurückkommen werden, müssen wir bei unsern Maßnahmen zur Verbesserung des Wachstums auch auf die Fruchtbarkeit Rücksicht nehmen.

In manchen Fällen besteht unsere Sorge nicht in einer Förderung, sondern in einer *Hemmung des Wachstums*. Es stehen uns dazu eigentlich drei Wege offen: Verschlechterung der Wasserversorgung, Verringerung der Zufuhr von Mineralstoffen und Eingriffe in den Kohlehydrathaushalt. In den praktisch anwendbaren Maßnahmen spielen alle drei Möglichkeiten mehr oder weniger mit. Unser Hauptaugenmerk muß aber immer auf die Zufuhr der Mineralstoffe gerichtet sein; denn eine Verschlechterung des Wasserhaushaltes ist gefährlich, weil recht schwerwiegende Schädigungen eintreten können. Den Aufbau von Kohlehydraten dürfen wir nicht wesentlich beeinträchtigen, weil die Früchte, die wir ernten möchten, zu ihrer Entwicklung davon große Mengen benötigen. Wir können dagegen, wie wir bereits bei einer früheren Gelegenheit gesehen haben, durch Ringelung oder Strangulierung die Kohlehydratversorgung der Wurzeln verkleinern. Dadurch wird die Bildung von neuen Wurzeln vermindert, die Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen erschwert und das Wachstum gehemmt. Dieser Eingriff ist bei zu stark wachsenden Bäumen sehr wirksam. Wenn die Ringelung oder Strangulierung mit der nötigen Sorgfalt vorgenommen und überwacht wird, ist er weit weniger gefährlich als das gelegentlich zum gleichen Zweck empfohlene Wurzelabstechen.

Man wird bei zu stark wachsenden Bäumen natürlich jegliche Düngung unterlassen. Wenn der Boden an und für sich schon sehr nährstoffreich ist, können wir durch Unterkulturen seine „Triebkraft“ einigermaßen vermindern. Ein wirksames Kleinhalten der Bäume, also der Zwergobstbau, wurde aber erst ermöglicht, als man um die Mitte des 17. Jahrhunderts in Frankreich die Veredlung auf *schwachwüchsige Unterlagen* — Paradies- und Splitapfel für den Apfelbaum und Quitte für den Birnbaum — erfand. Diese schwachwüchsigen Wurzeln vermögen dem Boden weniger Wasser und Mineralstoffe zu entziehen als die starkwüchsigen Apfel- und Birnwildlinge. Es gelangt zu den wachsenden Triebspitzen nur eine mäßige Mineralstoffzufuhr, und die von den Blättern aufgebauten Kohlehydrate können nicht für den Aufbau von neuem Gewebe

Verwendung finden. Sie stehen vielmehr in verhältnismäßig größerer Menge den heranreifenden Früchten zur Verfügung, oder werden als Reservestoffe in Zweigen und Ästen aufgespeichert. Diese Speicherung ist um so wirksamer, als die Wurzeln infolge ihres geringen Wachstums nur wenig Kohlehydrate benötigen. Unter sonst gleichen Bedingungen führt somit die schwachwüchsige Unterlage zu einer guten Ernährung der Früchte und zu einer frühzeitigen Speicherung von Reservestoffen, mit der, wie wir später sehen werden, auch eine vermehrte Blütenknospenbildung im Zusammenhang steht. Die frühzeitige Speicherung von Reservestoffen in Zwergobstbäumen hat ferner zur Folge, daß in nördlichen Obstbaugebieten manche Obstsorte auf schwachwüchsiger Unterlage noch gehalten werden kann, die auf starkwüchsiger Wurzel unter den gleichen klimatischen Bedingungen ihr Holz nicht genügend ausreifen und somit vom Anbau ausscheiden würde.

Es wäre für den Obstbau eine äußerst wertvolle Erleichterung, wenn wir für jede Obstsorte, jedes Klima und jeden Boden diejenige Unterlage zur Ver-

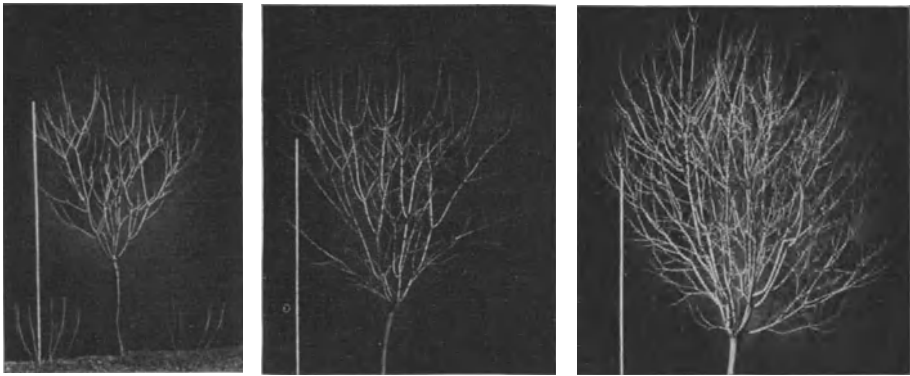


Abb. 13. Der Einfluß verschiedener Veredlungsunterlagen auf das Wachstum des Edelreises. Achtjährige Bäume der Pflaumensorte Czar, links auf „Gewöhnlicher Pflaume“, in der Mitte auf Pershore und rechts auf Myrobalane veredelt. (Nach HATTON, AMOS und WITT.)

fügung hätten, die Bäume vom gewünschten Wuchs ergeben würde. Dieser Forderung glaubte man bis vor kurzem wenigstens im Zwergobstbau Genüge geleistet zu haben, weil man dort die Unterlagen vegetativ vermehrt, also sortenkonzentriert zu halten vermag. HATTON und seine Mitarbeiter haben aber in den im Literaturverzeichnis angeführten Arbeiten gezeigt, daß die in den Baumschulen vorkommenden Unterlagensorten keine reinen Formen sind, und daß man aus ihnen eine ganze Anzahl von Typen von verschiedenem Wuchs selektionieren kann. Wir besitzen durch die eifrigen Bemühungen der Versuchsanstalt von East Malling in England bis jetzt 16 Apfelunterlagen, und die Prüfungen der nächsten Jahre werden ergeben, welche derselben für bestimmte Böden und bestimmte Edelsorten am geeignetsten sind. Auch die Baumschulen SPÄTH in Ketzin a. H. haben sich erfolgreich mit der Frage beschäftigt. Sie verwenden in ihrem Betrieb teilweise bereits mit Erfolg reine, vegetativ vermehrbare Unterlagensorten des Apfelbaums. Ähnliche Forschungen bestehen auch für andere Obstarten (Abb. 13). Wir werden darauf im Abschnitt IV eingehend zurückkommen.

Im Feldobstbau war und ist man dagegen auf Sämlinge angewiesen, von denen infolge der Bastardaufspaltung der Eltern jeder ein Individuum mit eigener Wuchskraft darstellt. Wenn wir deshalb in einer Pflanzung eine Reihe

von gleichaltrigen Bäumen der gleichen Sorte beobachten, so finden wir oft von ganz schwachwüchsigen zu übermäßig wachsenden alle Übergänge. Die Lösung der Aufgabe, starkwüchsige Unterlagen zu finden, die vegetativ vermehrbar, und daher konstant zu halten sind, erscheint vom züchterischen Standpunkt aus nicht allzu schwierig. Eine solche Unterlage wird von SPÄTH-Ketzin für den Apfelbaum bereits angewendet, und einige amerikanische Versuchsanstalten haben in der Züchtung solcher Formen schon ansehnliche Fortschritte erzielt.

Eine andere Möglichkeit, das Wachstum zu beeinflussen, bietet uns der *Baumschnitt*. Er ermöglicht uns, die Krone so zu gestalten, wie wir es wünschen. Wir wissen aus Erfahrung, daß ein Rückschnitt im Winter die hinter der Schnittstelle gelegenen Knospen im kommenden Frühjahr zum Austrieb bringt. Wir erhalten so als Folge des Schnittes eine stärkere Verzweigung. Die nunmehr austreibenden Knospen wären ohne Schnitt ruhend geblieben. Die der Schnittfläche am nächsten gelegene liefert den stärksten Trieb, wenn sie nicht etwa infolge zu nahen oder zu späten Schneidens eintrocknete.

Die Tatsache, daß der Rückschnitt Knospen zum Austreiben bringt, die ohne Eingriff ruhend geblieben wären, hat die Physiologen mehrfach beschäftigt. Die meisten glauben, daß diese Erscheinung einfach darauf zurückzuführen sei, daß die in Wurzeln, Stamm und Ästen gespeicherten Reservestoffe nach dem Rückschnitt in verhältnismäßig größerer Menge den nunmehr zu äußerst gelegenen Knospen zur Verfügung stehen. Diese Ansicht dürfte im wesentlichen richtig sein. Immerhin erscheint es auffällig, daß der Austrieb der seitlichen Knospen auch erfolgt, wenn wir zu einer Zeit schneiden, da die Reservestoffe bereits auf ein Minimum gesunken sind. Die Hypothese von REED und HALMA (1919) und REED (1921), daß in den Triebspitzen wachstumshemmende Stoffe gebildet werden, welche die Entwicklung der seitlichen Knospen verhindern und daher der Austrieb derselben erst nach Entfernung der Triebspitze erfolgen könne, hilft uns nicht weiter und ist nicht beweisbar.

In diesem Zusammenhang sei auch an zwei Eingriffe erinnert, die in der Anzucht von Jungbäumen von Bedeutung sind, nämlich an die Ausführung von *Einschnitten* und an das *Schröpfen*. Will man in der Baumschule, z. B. bei der Formierung von Zwergobstbäumen, bestimmte Knospen zum Austreiben bringen, um aus ihnen Äste zu erziehen, so schneidet man im Frühjahr einige Millimeter über ihrer Ansatzstelle durch zwei bis auf das Holz führende, aber dieses nicht verletzende Schnitte, quer zur Längsachse ein ungefähr 2 mm breites Rindenstücklein heraus. Man läßt den Einschnitt zweckmäßigerweise über der Knospe halbmondförmig verlaufen. Die Knospe wird durch diesen Eingriff zum Austreiben veranlaßt. Die tieferen physiologischen Zusammenhänge dieser Wachstumsreaktion sind zwar nicht durch Versuche und chemische Untersuchungen abgeklärt; doch muß man annehmen, daß der Schnitt in ähnlicher Weise wirksam ist, wie die Ringelung, bei der ebenfalls die hinter der Schnittstelle gelegenen Knospen zum Austreiben veranlaßt werden. Es wäre also, nach allem, was wir über die Physiologie der Ringelung wissen, auf eine reichlichere Zufuhr von Mineralstoffen bei geringerer Kohlehydratversorgung zurückzuführen. Ob und wie weit dabei auch der Wundreiz mitspielt, wissen wir nicht. Dagegen spielt dieser Wundreiz beim Schröpfen unbedingt eine wichtige Rolle. Will man in der Baumschule einen schwachen kurzen Trieb zu kräftigerem Wachstum veranlassen, so zieht man von der Basis der Endknospe einige Zentimeter nach rückwärts mit scharfem Messer einen Längsschnitt, der jedoch das Holz nicht verletzen darf. Wir sehen bald, wie sich die Schnittstelle durch Wundgewebe füllt und mit diesem Wachstumsreiz zugleich ein stärkeres Wachs-

tum des ganzen Triebes verbunden ist. Bei jüngeren, noch nicht ausgewachsenen Bäumen, die aus irgendeinem Grund, z. B. infolge Verpflanzung, eine Wachstumsstockung erlitten haben, kommt es vielfach vor, daß die Rindengewebe etwas verhärten, und so das Dickenwachstum des Stammes und damit das ganze Gedeihen des Baumes gehemmt wird. In diesem Fall ist es vorteilhaft, in der ganzen Länge des Stammes, oder sogar bis hinauf an den unteren Teil der Hauptäste, einen bis drei solche Schröpfzüge zu ziehen. Auch in diesem Fall entsteht infolge des Wundreizes bald sehr viel neues Gewebe, und breite Streifen von neuer Rinde zeigen im Herbst, wie notwendig dieser Eingriff war.

Wenn wir die Zweige in einem Bogen nach unten biegen, so zeigt nicht die Gipfelknospe, sondern die am höchsten gelegene den stärksten Austrieb. Wir machen uns diese Erscheinung in der Spalierobstzucht vielfach zunutze. Es wird wohl mit Recht angenommen, daß der Austrieb dieser zu oberst gelegenen Knospen auf eine bessere Versorgung mit Mineralstoffen und Wasser zurückzuführen sei. Legen wir aber einen Ast waagrecht, so treiben die an der Oberseite gelegenen Knospen am besten, die an den beiden Seiten sitzenden mittelstark und die nach unten gerichteten am schwächsten aus. Auch für diese Erscheinung wird eine Ungleichheit in der Wasser- und Mineralstoffzufuhr verantwortlich sein. Über die Einzelheiten dieser Wachstumsreaktion wissen wir aber nichts, da chemische Untersuchungen ausstehen. Die Ansicht von REED und HALMA (1919), daß sich wachstumshemmende Stoffe auf der unteren Astseite ansammeln, ist nicht beweisbar.

Schneiden wir während der Vegetationsperiode, so ist die Wachstumsreaktion von der Zeit des Eingriffes und von den Umweltfaktoren abhängig. Erfolgt der Eingriff kurz vor oder während des Johannistriebes, also in unseren Gegenden etwa in der zweiten Hälfte Juni oder anfangs Juli, so ist der Wachstumsreiz am größten. Erfolgt der Grünschnitt in einer Trockenperiode, so ist die Aussicht, daß dadurch ein neuer Austrieb veranlaßt werde, gering. In unsern nördlichen Obstbaugebieten birgt ein später Sommerschnitt die Gefahr, daß noch spät im Sommer oder anfangs Herbst ein neuer Trieb gebildet werde, der dann nicht mehr auszureifen vermag und häufig der Kälte zum Opfer fällt.

Wenn die soeben besprochenen Bedingungen erfüllt sind, so ist ein Wachstum während der ganzen Vegetationsperiode möglich. Nachdem aber im Spätherbst die Bäume ihre Blätter abgestoßen haben, treten sie in eine Ruhezeit, aus der sie mit keinen Mitteln aufzuwecken sind. So hat GARDNER (1929) Bäume von Williams Christbirne im Oktober ins geheizte Gewächshaus genommen und sie dort während den elf folgenden Monaten gelassen. Trotzdem allen Wachstumsbedingungen Genüge geleistet war, und vor allem auch Wasserzufuhr und Wärme nicht fehlten, trieb keiner der Bäume aus. Die kalt überwinterten Kontroll-exemplare zeigten dagegen im Frühjahr einen normalen Austrieb. Untersuchungen ergaben, daß die im Freien stehenden Bäume, verursacht durch die tiefe Temperatur, wesentlich mehr Rohrzucker und organische Säuren, dagegen weniger Stärke enthielten als die im warmen Gewächshaus stehenden. Der ausgepreßte Saft der kalt überwinterten Bäume hatte einen wesentlich tieferen Gefrierpunkt als derjenige der im Gewächshaus stehenden. Der Gehalt an reduzierenden Zuckerarten und an „Hemizellulosen“, sowie der Stickstoffgehalt war dagegen bei beiden Überwinterungsarten gleich. Über die winterliche Ruhezeit der Gewächse und namentlich auch über ihre künstliche Unterbrechung zur Zeit der Nachtruhe hat sich eine große Literatur gebildet, auf die wir hier nicht eintreten können.

Nachdem die chemischen Umsetzungen, welche offenbar zur Überwindung der Ruhezeit nötig sind, sich vollzogen haben, genügt eine Temperaturerhöhung,

um das Wachstum einzuleiten. Diesen frühjährlichen Austrieb wollen wir als erste Wachstumsperiode bezeichnen. Ihre Dauer hängt hauptsächlich von der Temperatur, ihr Ausmaß dagegen von der Menge der zur Verfügung stehenden Reservestoffe ab. Wie sehr diese Periode von Außeneinflüssen beeinflußt werden kann, zeigt die Beobachtung von CHANDLER (1925), daß fünf- bis siebenjährige Apfelbäume im Staate New York im einen Jahr ihr Triebwachstum nach 70 Tagen, im folgenden nach 95 Tagen und im nächstfolgenden schon nach 20 Tagen abschlossen. Eingehende Beobachtungen von REED (1921) ergaben, daß das Wachstum von Birntrieben erst langsam, dann immer rascher und zuletzt wieder langsam verläuft. Dies ist die theoretisch erwartete Kurve der „autokatalytischen Reaktion“ (Abb. 14). Bei Aprikosenbäumen konnte REED dagegen diese Kurve nicht feststellen, ebensowenig LUDWIG bei Pfirsichtrieben. Dies hängt aber wahrscheinlich mit Störungen durch Außeneinflüsse zusammen.

Alte Bäume, namentlich Apfel- und Birnbäume, die nur noch geringen Wuchs zeigen, schließen ihr Triebwachstum frühzeitig ab. Jüngere, wüchsige

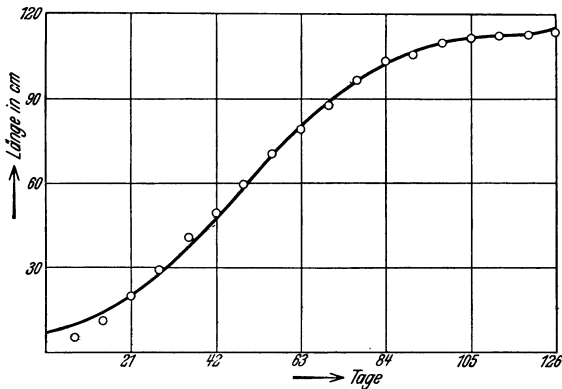


Abb. 14. Kurve des Längenwachstums von Birnzweigen. Das Wachstum beginnt im Frühjahr langsam, wird dann immer rascher, um zuletzt wiederum zu verlangsamen. (Nach REED.)

Bäume dagegen treten nach einer vorübergehenden Ruhezeit gewöhnlich im Sommer in eine zweite Wachstumsperiode ein, die seit alters her als *Johannistrieb* bezeichnet wird und in unseren Gegenden namentlich in feuchten Jahren bedeutende Ausmaße erreichen kann. Oft geht die erste Wachstumsperiode ununterbrochen in die zweite über, ohne daß man eine Ruheperiode beobachten kann.

Verbessert sich nach einer sommerlichen Trockenperiode die Wasserversorgung, so können wir häufig gegen Ende Sommer oder anfangs Herbst einen dritten Trieb beobachten. In diesem Fall finden wir dann oft im Herbst blühende Zweige, weil sich der Austrieb auch auf Blütenknospen erstrecken kann, die im Verlauf des Sommers angelegt, aber erst für das kommende Frühjahr bestimmt waren. Wir erkennen anhand der Blattspuren auch noch bei Zweigen im Winterkleid, ob sie eine zweite oder dritte Wachstumsperiode durchgemacht haben; denn die Ruheperioden kennzeichnen sich durch ein Zusammenrücken der Blattspuren. Doch stehen diese immerhin nicht so nahe beisammen, wie etwa an der Grenze der einzelnen Jahrestriebe.

Das *Dickenwachstum* der Zweige und Stämme soll nach CHANDLER (1925) die gleiche Wachstumskurve aufweisen, wie das Längenwachstum. Auch die von PROEBSTING (1925) gefundene Kurve des Dickenwachstums läßt sich in dieser Weise interpretieren. Nach den histologischen Untersuchungen von KNIGHT (1927) beginnt die Ausbildung von neuen Wasserleitungsbahnen hinter den austreibenden Knospen. Neues Holz wird in der Folge auch weiter rückwärts angelegt, und zugleich setzt auch die Bildung von neuem Bast ein. KNUDSON (1916) beobachtete, daß beim Pfirsich das Cambium seine Tätigkeit beginnt, sobald sich die Knospen entfalten, beim Apfel dagegen erst, wenn die Blätter eine bedeutende Größe erreicht haben. Ob das Cambium in Teilung begriffen ist, erkennt man auch ohne Mikroskop an der Ablösbarkeit von Rinde und

Bast vom Holz. Wenn das Cambium arbeitet, so ist das Holz „im Saft“. Erwähnt sei schließlich, daß eine Zunahme des Durchmessers auch noch erfolgen kann, nachdem das Cambium seine Tätigkeit bereits eingestellt hat, weil die von ihm gebildeten Bast- und Rindengewebe sich nachträglich durch Vergrößerung der Zellen noch weiter ausdehnen können.

Einige wichtige Tatsachen über das *Wurzelwachstum* mußten wir schon bei der Besprechung der Wasseraufnahme berücksichtigen. Es sei daher auf diesen Abschnitt verwiesen. Die Untersuchungen über das Wachstum der Wurzeln unserer Obstbäume sind noch nicht weit gediehen und widersprechen sich teilweise. Dies mag zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß die einen Forscher das Dickenwachstum, andere die Entwicklung der Spitzen von Hauptwurzeln und wieder andere die Ausbildung von Seitenwurzeln zur Beobachtung herangezogen. Am wenigsten sind wir über das Dickenwachstum der Wurzeln unterrichtet. Während beispielsweise HARTIG (1863) ein Dickenwachstum während des Winters leugnete, konnte H. v. MOHL (1862) bei verschiedenen Bäumen, darunter auch beim Apfel- und Kirschbaum, keine Unterbrechung des Dickenwachstums in der kalten Jahreszeit feststellen. Gründliche Untersuchungen über das Längenwachstum von Wurzelspitzen von Waldbäumen hat A. ENGLER (1903) veröffentlicht. Das stärkste Wachstum fällt auf die Monate Mai und Juni. Im August findet sich ein Minimum, dagegen im Herbst ein zweites Maximum. Ein Wachstum der Wurzelspitzen ist bei Laubbäumen im Gegensatz zu den Nadelhölzern auch im Winter beobachtbar. A. ENGLER glaubt, daß das Ausmaß des Wurzelwachstums durch die Bodenfeuchtigkeit und Temperatur bedingt sei.

BODO (1926) stellte Beobachtungen über das Wurzelwachstum von Apfel- und Zwetschgenbäumen an. Auch er berücksichtigt das Wachstum der Wurzelspitzen und kommt dabei zu ähnlichen Ergebnissen wie ENGLER. Er zeigt aber, daß das Wachstum der seitlichen Wurzeln nicht gleich verläuft, wie dasjenige der Hauptwurzeln. Die Bildung von seitlichen Wurzeln, die im wesentlichen für die Wasserversorgung ausschlaggebend ist, kann eine sehr intensive sein, wenn die Hauptwurzeln ihr Spitzenwachstum infolge Eintritts einer Trockenperiode bereits mehr oder weniger eingestellt haben. Auch BODO glaubt, daß im Sommer die geringe Bodenfeuchtigkeit und im Winter die niedrige Temperatur am verminderten Wachstum schuld seien. Tatsächlich folgen seine Wachstumskurven der Regenkurve recht gut. Ein Wachstum der Wurzelspitzen beobachtete BODO bei Zwetschgen noch bei 2—4° C, beim Apfelbaum bei 4—5° C. Das Spitzenwachstum der Wurzeln setzt im Frühjahr etwa acht Tage vor dem Beginn des Wachstums der Knospen ein. Im einzelnen ergab sich in den Untersuchungen von BODO eine bedeutende Beeinflussung der Wachstumskurve durch Außeneinflüsse, vor allem durch die Schwankungen der Wasserzufuhr. So konnte sogar ein Wachstumsminimum im Vorsommer beobachtet werden, wenn zu dieser Zeit eine Trockenperiode eintrat. Junge, frisch gepflanzte Bäumchen zeigten ein viel stärkeres Wurzelwachstum als die schon seit einem Jahr im Versuchskasten stehenden. Dies dürfte zum Teil auf den Rückschnitt zur Zeit der Pflanzung und den damit verbundenen Wachstumsreiz, zum Teil aber auch auf die bessere Durchlüftung des Bodens in den neu mit Erde gefüllten Pflanzkästen zurückzuführen sein.

Es sei hervorgehoben, daß die wichtigen Beobachtungen über die Abhängigkeit des Wurzelwachstums von Bodenfeuchtigkeit und Temperatur uns nicht darüber wegtäuschen dürfen, daß auch bedeutende Abhängigkeiten der Wurzelentwicklung vom Mineralstoffgehalt des Bodens, von der Bodenazidität und von der Versorgung der Wurzeln mit organischen Baustoffen besteht, die aber in ihren Einzelheiten noch einer eingehenden Untersuchung bedürfen. In diesen Zusammenhang gehören auch die Untersuchungen über den Einfluß des Edel-

reises auf die Unterlage, die in neuester Zeit durch AMOS, HATTON und HOBLYN (1930), VYOYAN (1930) und SWARBRICK (1930) gefördert wurden.

Viel Aufmerksamkeit wurde in den letzten Jahren dem Problem der *Neubildung* von Wurzeln geschenkt, das für die Unterlagenfrage von großer Bedeutung ist. Die meisten Kern- und Steinobstarten lassen sich gar nicht oder nur sehr schwer vegetativ vermehren, so daß es unmöglich wird, baumschulmäßig starkwüchsige einheitliche Veredlungsunterlagen heranzuziehen. Am weitesten sind die Untersuchungen beim Apfelbaum gediehen. C. F. SWINGLE



Abb. 15. Die Entwicklung von Wurzeln aus Maserbildungen („Burrknots“) an Zweigen von Obstbäumen. Links: „Burrknots“ an Zweigen der Apfelunterlage IV von East Malling; an den älteren Masern zeigen sich deutliche Wurzelanfänge. Mitte: „Burrknots“ an Zweigen der Unterlage I von East Malling mit Wurzelanfängen auch an den jüngsten Masern. Rechts: derselbe Zweig acht Wochen nach der Auspflanzung; es haben sich aus den Masern reichlich Wurzeln entwickelt. (Nach HATTON, WORMALD u. WITT.)

(1927, 1929) hat eingehende Untersuchungen veröffentlicht, die sich mit der Anatomie derjenigen Sorten befassen, die fähig sind, aus Steckholz Wurzeln zu treiben. Sie zeichnen sich durch eigenartige Maserbildungen, sogenannte „Burrknots“ aus, die vor allem an den Astringen zu finden sind (Abb. 15). SWINGLE hat gezeigt, daß sie sehr frühzeitig vor allem hinter den Blattbasen aus den Markstrahlen entstehen und als vorgebildete Würzelchen betrachtet werden können. Von verschiedenen Forschern, so beispielsweise von ZSCHOKKE (1927), sind aus solchen Maserbildungen bewurzelte Stecklinge erhalten worden. Eine baumschulmäßige Auswertung dieser Fähigkeit der Wurzelbildung scheint dagegen vorläufig noch nicht möglich zu sein. Das gleiche gilt von der Vermehrung durch Wurzelschnittlinge, deren anatomische Verhältnisse von SLEDGE (1930) untersucht wurden.

II. Die Blütenbildung.

A. Die ersten Anfänge der Blütenbildung.

Der Zeitpunkt der Blütenanlage bei den verschiedenen Obststarten. — Der Einfluß klimatischer Faktoren auf den Zeitpunkt der Blütenbildung. — Blütenanlage und Wachstumsperiodizität.

Die Ausbildung von Blüten ist die erste Voraussetzung für die Fruchtbarkeit. Eine möglichst gute Kenntnis der Bedingungen, welche für die Anlage

von Blütenknospen maßgebend sind, ermöglicht uns, diejenigen Kulturmaßnahmen zu treffen, die für die Fruchtbarmachung unserer Obstbäume die geeignetsten sind. Bevor wir aber an diese Aufgabe herantreten können, müssen wir wissen, *wann* sich die Blütenknospen bilden, damit wir nicht etwa unsere Maßnahmen zu unpassender Zeit ergreifen.

Es ist den Praktikern wohl schon seit sehr langer Zeit bekannt, daß sich die Blütenknospen nicht erst im Frühjahr, sondern schon in der dem Blühen vorangehenden Vegetationsperiode ausbilden; denn man vermag sowohl bei Kern- als auch bei Steinobstarten schon im Herbst mit bloßem Auge zu erkennen, aus welchen Knospen sich Blüten, und aus welchen sich Blätter entfalten werden. Bei den Steinobstarten bilden sich immer reine Blütenknospen, aus denen nur Blüten hervorgehen, bei den Kernobstarten dagegen gemischte Knospen, die sowohl Blüten als auch Blätter zur Ausbildung bringen.

Bis vor 10 Jahren war man über den Zeitpunkt der Blütenknospenanlage nur ungenügend unterrichtet. Man wußte nicht genau, ob die Blütenknospen eines Baumes sich nach und nach im Verlauf der ganzen Vegetationsperiode differenzieren, oder ob es bestimmte kurze Zeitspannen gibt, in denen sämtliche Blüten mehr oder weniger gleichzeitig angelegt werden. Einige glaubten, eine Blütenknospenbildung sei auch noch im Herbst oder gar im folgenden Frühjahr möglich. Man wußte ferner nicht, ob sich alle Obstarten und -sorten gleich verhalten, oder ob sich kennzeichnende Unterschiede nachweisen lassen. Auch war es unbekannt, ob in verschiedenen Jahren und an verschiedenen Orten Unterschiede in bezug auf den Zeitpunkt der Blütendifferenzierung vorliegen.

Die ersten mehr oder weniger systematischen Untersuchungen über den Zeitpunkt der Blütenknospenanlage bei Obstbäumen hat wohl ASKENASY (1877) durchgeführt. Er beobachtete bei einem Glaskirschenbaum im botanischen Garten der Universität Heidelberg in den Jahren 1874—1877 die ersten Anfänge der Blütenbildung im Monat Juni. Ferner befaßten sich mehr oder weniger eingehend mit der Frage des Zeitpunktes der Blütenknospenbildung ALBERT (1894), GOFF (1899—1901), DRINKARD (1909—1910), sowie BRADFORD (1915). Erst seit 1920 wurden aber diese Untersuchungen, zum Teil unter Herbeiziehung moderner technischer Hilfsmittel, auf breiter Grundlage in Angriff genommen. In Wageningen (Holland), wurde von MARTHA C. VERSLUYS (1921) die Periodizität der Knospenentwicklung des Kirschbaumes eingehend verfolgt. Die ersten Anfänge der Blüten wurden Ende Juli beobachtet. Der weitere Verlauf der Differenzierungsvorgänge wurde gründlich beschrieben und in vielen sehr guten Bildern festgehalten. Zur Beobachtung waren die Knospenschuppen mit der Nadel wegpräpariert und die Vegetationspunkte mit dem Binokularmikroskop beobachtet worden. Eine sehr ähnliche Untersuchung wurde zu gleicher Zeit von IDA LUYTEN (1921) am Pflaumenbaum durchgeführt, während BIJHOUWER (1924) die gleichen Fragen am Apfelbaum bearbeitete, aber seine Ergebnisse erst einige Jahre später veröffentlichte.

Unterdessen hatte man sich auch in Geisenheim mit der gleichen Aufgabe beschäftigt. Nachdem KROEMER und KRAMER (1920—1921) und KRAMER (1922—1923) einige vorläufige Ergebnisse veröffentlicht hatten, gab ELSSMANN (1925) in einer ausführlichen Arbeit eine sehr wertvolle Zusammenstellung. In den Vereinigten Staaten wurden durch TUFTS und MORROW (1925), sowie RASMUSSEN (1929) weitere Beobachtungstatsachen zusammengetragen, in England durch BALL (1927—1928). MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) verfolgten die Blütenknospenbildung in Wädenswil bei 18 Apfelsorten.

Die Beobachtungen der erwähnten Forscher reichen aus, um die soeben angeführten Fragen im wesentlichen zu lösen. Als wichtigstes Ergebnis geht aus

ihnen klar hervor, daß die Blütenknospenanlage bei unseren Obstbäumen sich nicht über den ganzen Sommer und Herbst hinzieht, sondern daß ganz bestimmte Perioden der Blütenknospenbildung vorhanden sind. Nach den gründlichen Untersuchungen von RASMUSSEN (1929) währt eine solche Periode beim Apfelbaum etwa 3 Wochen. Bei ein und derselben Obstsorte findet man alle zu gleicher Zeit untersuchten Knospen in annähernd dem gleichen Entwicklungsstadium. Nur in seltenen Fällen, auf die wir zurückkommen werden, beobachtet man eine Gruppe von weiter entwickelten neben einer Gruppe weniger weit fortgeschrittener Knospen, wobei aber die beiden Gruppen nicht durch Übergänge verbunden sind.

Wie gleichmäßig die Blütenknospenbildung bei ein und demselben Baum einsetzt, zeigen die beiden folgenden, von MÜLLER-THURGAU und KOBEL beschriebenen Fälle. Bei sehr blühwilligen Bäumen, wie sie etwa bei Muskatreinette oder Parkers Pepping häufig zu finden sind, entsteht ein Teil der Blütenknospen nicht am alten Holz. Es können sich vielmehr schon die in den Blütenknospen aus dem vorhergehenden Jahr gebildeten kleinen Augen zu neuen Blütenknospen entwickeln. Man könnte nun vermuten, daß sich in diesen kleinen, spät entwickelnden Knospen die Blüten später zu differenzieren beginnen als in kräftigen, an Fruchtspiessen sitzenden, welche im Frühjahr keine Blüten trugen. Diese Vermutung bestätigte sich aber in den Beobachtungen an den beiden erwähnten Obstsorten keineswegs. In beiden Knospenformen setzte die Blütenbildung zu gleicher Zeit ein. Dagegen geben GIBBS und SWARBRICK (1930) an, daß die Blütenknospen am einjährigen Holz der Langtriebe etwa einen Monat später angelegt werden als am alten Fruchtholz, sich dann aber rasch entwickeln. Andererseits könnte man annehmen, daß durch die Blühwilligkeit, die man durch rechtzeitiges Ringeln erzielt, eine vorzeitige Blütenbildung ausgelöst werde. Versuche an der Apfelsorte Goldreinette von Blenheim ergaben aber, daß auch durch Ringelung der Zeitpunkt der Blütenbildung nicht verschoben werden kann.

Die verschiedenen Sorten einer Obstart können sich unter den gleichen Bedingungen recht ungleich verhalten. So legte die Schattenmorelle ihre Blüten nach den Untersuchungen von ELSSMANN schon im Juni an, während Schöne von Châtenay ihre Blütenknospen erst anfangs August zu differenzieren begann. MÜLLER-THURGAU und KOBEL fanden die ersten Anfänge der Blütenbildung bei Charlamowski schon am 4. Juli, bei Danziger Kantapfel dagegen erst am 7. August. Dabei standen die untersuchten Bäume der beiden Sorten als Nachbarn am gleichen Spalier!

Aus den Untersuchungen der verschiedenen Forscher ergibt sich ferner, daß die Differenzierung der Blüten bei Apfel-, Birn-, Süßkirschen-, Sauerkirschen- und Pfirsichbäumen ungefähr gleichzeitig einsetzt. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten der gleichen Obstart sind ebenso groß wie die Unterschiede zwischen den einzelnen Obstarten. Dagegen scheinen nach den Untersuchungen von TUFTS und MORROW, wie sich aus der Tabelle 7 ersehen läßt, die Aprikosen und Mandeln wesentlich später mit der Blütenbildung einzusetzen als die übrigen Obstarten. Für die Quitten liegen keine genauen Angaben vor. GOFF erwähnt nur, daß die Blüten der Sorte Champion im Herbst bereits vorgebildet seien.

Es ist recht schwierig, sich aus den Angaben der verschiedenen Forscher ein klares Bild über den Einfluß des Klimas auf die Zeit der Blütenknospendifferenzierung zu machen, weil gewöhnlich nicht die gleichen Sorten zu den Versuchen herangezogen wurden, und weil sich auch zwischen den verschiedenen Jahren je nach Witterung am gleichen Ort recht bedeutende Unterschiede ergeben können. So fand beispielsweise ELSSMANN die Blütenknospenbildung im

Tabelle 7. Der Zeitpunkt der Blütenknospendifferenzierung bei den verschiedenen Obstarten im Rheingau (nach ELSSMANN) und in Kalifornien (nach TUFTS u. MORROW).

Obstart	Rheingau	Kalifornien	
Apfel	29. Juni bis 20. Juli	je nach Sorte	11. Juni (Gravensteiner 1923)
Birne	29. Juni bis 12. Juli		21. Juni bis 3. Juli (je nach Sorte und Jahrgang)
Süßkirsche . . .	28. Juni bis 19. Juli	je nach Sorte	3. Juli (Big. Napoléon 1923)
Sauerkirsche . .	21. Juni bis 2. August		12. Juli (Early Richmond 1923)
Pflaume und Zwetschge . . .	12. Juli bis 9. August		29. Juni (French 1920)
Aprikose	—		4. bis 11. August (1922, Royal)
Pfirsich	—		30. Juni (Elberta 1923)
Mandel	—		18. August bis 9. September (je nach Sorte und Jahrgang)

extrem trockenen Sommer 1921 bei den gleichen Sorten um 2—3 Wochen früher als in den beiden folgenden Normal Sommern. In den klimatisch begünstigten Gebieten von Kalifornien, etwa in der Umgebung der Versuchsanstalt von Berkeley, setzt die Blütenbildung um 1—3 Wochen früher ein als in Geisenheim im Rheingau und dort wiederum 1—2 Wochen früher als in Wädenswil. An höher oder an weiter nördlich gelegenen Orten dürften die ersten Anfänge der Blütenknospenbildung noch weiter hinausgezögert werden. Wir kommen damit zum Schluß, daß die Blütenknospenanlage bei einer gegebenen Obstsorte sich je nach den klimatischen Bedingungen des Standortes um 1—2 Monate verschieben kann.

Ohne Zweifel stehen die soeben besprochenen Verschiebungen des *Zeitpunktes der Blütenknospenbildung* irgendwie mit der *Wachstumsperiodizität* in Beziehung. Leider liegen nicht genügend Beobachtungen über den Verlauf des sommerlichen Wachstums vor, um diese Zusammenhänge restlos klarzulegen. REED (1924) beobachtete bei Aprikosen in Kalifornien in der 17. Woche nach dem Austrieb ein Maximum in der Wachstumskurve. Aus den Beobachtungen von TUFTS und MORROW, die an der gleichen Aprikosensorte (Royalaprikose) durchgeführt wurden, ergibt sich, daß die Blütenbildung wahrscheinlich bald nach diesem Wachstumsmaximum einsetzt. Den wertvollsten Beitrag zu dieser Frage liefern die Untersuchungen von THOMAS SWARBRICK (1928—1929), der mit Bäumen arbeitete, die auf verschiedene Unterlagentypen von East Malling veredelt waren und deshalb verschiedene Wachstumsverhältnisse aufwiesen. Durch ausgedehnte und sorgfältige Erhebungen konnte er zeigen, daß die Blütenbildung beginnt, wenn die sommerliche Wachstumsperiode zu Ende geht. Die auf starkwüchsige Unterlagen veredelten jungen Bäume, die ihr Treibwachstum erst spät einstellten, bildeten nur wenig Blüten. Er zieht deshalb den Schluß, daß alle diejenigen Faktoren, welche zu einem frühen Abschluß des vegetativen Wachstums führen, die Anlage von Blütenknospen begünstigen. Wir werden später sehen, daß diese Ansicht mit den physiologischen Untersuchungen anderer Forscher übereinstimmt. Jedenfalls fällt, wie auch MÜLLER-THURGAU und KOBEL zeigten, die Blütenbildung in eine Periode mit gesteigertem Kohlehydratverbrauch. Man darf sich jedoch nicht vorstellen, daß jeder Zweig, der Blüten differenzieren soll, zuerst ein auffälliges Längenwachstum aufweisen müsse. Wir wissen vielmehr, daß die Blüten mit Vorliebe an Zweigen entstehen, die sich am Längenwachstum nur mäßig oder gar nicht beteiligen, und an älteren, zu reichlicher Blütenbildung neigenden Bäumen äußert sich die Periode des Johannistriebes fast ausschließlich in der Anlage der Blütenknospen.

Diese Zusammenhänge zwischen Wachstum und Blütenbildung machen uns einige Beobachtungen verständlich, die bisher zu manchen Mißverständnissen Veranlassung gaben. So hat man der alten Angabe von GOFF, daß bei den Apfelbäumen im Staate Wisconsin zwei Perioden der Blütenbildung vorkommen, etwas skeptisch gegenüber gestanden. ELSSMANN fand aber eine ähnliche Erscheinung im Jahre 1923 in Geisenheim nicht nur beim Apfelbaum, sondern auch beim Birnbaum. Er beobachtete bei Wintergoldparmäne eine erste Periode der Blütenbildung zwischen dem 12. und 19. Juli und eine zweite zwischen dem 2. und 8. August, bei Diels Butterbirne eine erste zwischen 5. und 12. Juli und eine zweite zwischen dem 26. Juli und 2. August und schließlich bei der Birne Gute Luise eine erste Periode zwischen 12. und 19. Juli und eine zweite zwischen dem 9. und 16. August. ELSSMANN führt diese Erscheinung auf die außerordentlich warme Witterung des Monats Juli zurück. In Wädenswil, wo der Temperaturanstieg im Juli nicht so bedeutend war, konnten MÜLLER-THURGAU und KOBEL im gleichen Jahr nur *eine* Periode der Blütenbildung feststellen. Wahrscheinlich trat infolge der Juliwitterung im Jahr 1923 in Geisenheim und tritt fast alljährlich in Wisconsin mit seinem kontinentalen Klima eine sommerliche Ruhezeit ein. Die vor und nach dieser Ruhezeit vorhandenen Wachstumsperioden sind zugleich Perioden der Blütendifferenzierung. Ähnliche Beobachtungen liegen auch von KIRBY (1918) aus Iowa vor.

Die Beziehungen zwischen Wachstum und Blütenbildung geben uns vielleicht auch den Schlüssel zum Verständnis einer sehr merkwürdigen Form von Blütenknospenbildung, bei der Apfelsorte Charlamowski, die LEHMANN (1915) beschrieb. Er fand, nachdem er erst im Juli des vorangegangenen Jahres seine Obstbäume mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt hatte, zweierlei verschiedene Blütenknospen. Neben normalen kamen solche vor, die im Februar noch ganz das Aussehen von Blattknospen hatten. Sie erwiesen sich aber später als reine Blütenknospen und enthielten nicht, wie es sonst bei unseren Kernobstsorten der Fall ist, neben Blüten- auch zugleich Blattanlagen. Die Zahl der Blüten war gering und betrug höchstens vier je Knospe. LEHMANN vermutet, daß diese Blüten erst im Frühjahr entstanden seien. Wahrscheinlich handelt es sich aber um Blüten, die sich im vorangegangenen Herbst während einer schwachen und späten Wachstumsperiode nachträglich noch differenzierten.

Blütenknospen können sich schließlich ausnahmsweise auch während der *ersten* Wachstumsperiode bilden. Solche Knospen entwickeln sich aber sogleich weiter und liefern in der Zeit von Ende Mai bis anfangs Juni verspätete Blüten, die zudem oft mehr oder weniger ausgeprägte Füllung zeigen. Die Erscheinung kommt namentlich bei Apfel- und Birnbäumen vor. So beschreiben beispielsweise MÜLLER-THURGAU und KOBEL solche Blüten bei der Sorte Ribston Pepping. Sie hatten sich aus einer Seitenknospe, die in der Blattachsel einer Blütenknospe entstand, entwickelt, also in einem Gebilde, das zwar im vorangehenden Jahr in seinen Anfängen angelegt war, aber sich ohne Zweifel erst im folgenden Frühjahr differenzieren konnte. Diese Abnormität ist auch von anderer Seite mehrfach beobachtet worden (z. B. GARDNER, BRADFORD und HOOKER 1922). Wie ein Artikel im „Praktischen Ratgeber“, Jg. 1916, S. 403 beweist, kann sie gelegentlich sogar sehr auffällig werden. Im erwähnten Fall trat offenbar dieses Vorsommerblühen infolge Absterbens der ersten Blüte durch ungünstige Witterung ein. Es war besonders reichlich bei den Birnen Triumph von Vienne und Doktor Jules Guyot. Aus den Nachzüglerblüten entwickelten sich zahlreiche Früchte, welche fast die Hälfte der normalen Größe erreichten. Sogar die kleinsten Früchte wurden saftig und süß. Sie reiften etwa 4—6 Wochen nach den normalen und waren meist Jungfernbrüchte.

Im großen und ganzen beginnen die frühreifenden Apfelsorten mit der Blütenbildung vor den spätreifenden; doch kommen auch Ausnahmen vor. Ähnliches gilt in bezug auf den Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Blütenbildung und der Blütezeit der Sorten. Im allgemeinen beginnen die Frühblüher früher mit der Differenzierung der Blüten als die Spätblüher; jedoch sind, wie auch ELSSMANN zeigte, die Beziehungen nicht durchgreifend.

B. Die Entwicklung der Blütenknospen bis zur Zeit der Winterruhe.

Entwicklung der reinen Blütenknospen der Steinobstarten. — Entwicklung der gemischten Knospen des Kernobstes.

Wir haben in diesem Abschnitt zu untersuchen, in welcher Weise sich die Blütenanlagen von den ersten Anfängen bis zum Winter entwickeln. Ihr weiteres Heranwachsen bis zur offenen Blüte im Frühjahr soll dagegen in einem andern Zusammenhang besprochen werden.

Wir wollen zuerst die Entwicklung der reinen Blütenknospen bei den Steinobstarten nach den schönen Arbeiten von MARTHA C. VERSLUYS (1921) und IDA LUYTEN (1921) verfolgen (Abb. 16). Bis zum 4. Juli bildeten die Vegetationspunkte in den Knospen der Hedelfinger Riesenkirsche, die Fräulein VERSLUYS in der Hauptsache zu diesen Untersuchungen diente, nur Blattschuppen aus. Nachdem sich aber etwa 25 solcher Schuppen ausgebildet hatten, zeigte sich am 30. Juli ein auffälliges Hervorwölben des Vegetationsscheitels. In einigen Knospen waren auch bereits seitliche Hervorwölbungen, die ersten Anlagen der einzelnen Blüten, zu finden. Sie sind immer in der Achsel von kleinen Schuppen gelegen und bilden sich in spiraliger Anordnung aus. Diese Anlagen wuchsen heran und waren am 13. August schon sehr deutlich beobachtbar. In einigen Knospen hatte sich ein Teil von ihnen bereits weiterentwickelt, und die Anlagen der fünf Kelchblätter, die sich von allen Organen der Blüte zuerst differenzieren, waren bereits sichtbar. Am 25. August waren die Kelchblätter in den meisten Knospen schon zu Lappen herangewachsen, und zwischen ihnen ließen sich bereits die Anlagen der Kronblätter erkennen. Am 23. September hatten die Anlagen der einzelnen Blüten Glockenform angenommen. Die Anlagen der Staubgefäße waren bereits weitgehend ausgebildet, das Fruchtblatt war angelegt, und die Blütenstiele waren bereits vorgebildet. Am 12. Oktober war die Blüte in allen Teilen, mit Ausnahme der Geschlechtszellen, die sich erst im Frühjahr differenzieren, vorgebildet. So finden wir zur Zeit, da die Winterruhe beginnt, die Kelchblätter mit deutlich ausgebildeten Zipfeln, die Kronblätter, die Staubgefäße, die bereits kurze Stiele und die Einteilung in Fächer erkennen lassen, und den Fruchtknoten, der schon einen kurzen Griffel mit einer Narbe trägt, weitgehend vorgebildet. Dies alles ist natürlich noch in den braunen Schuppen der Gesamtknospe eingehüllt.

In gleicher Weise verläuft die Entwicklung der Blütenknospen nach den Untersuchungen von IDA LUYTEN bei den Pflaumen und nach denjenigen von ROBERTS (1922) bei den Sauerkirschen. Bei beiden Obstarten waren die Knospen bei Beginn des Winters ebenfalls in allen ihren Teilen vorgebildet.

Etwas unübersichtlicher liegen die Verhältnisse bei den Kernobstarten. Sie sind aber auch hier durch die Untersuchungen von BIJHOUWER (1924) und ELSSMANN (1925) gut bekannt. Die ersten Anfänge kennzeichnen sich ebenfalls durch eine Hervorwölbung des Scheitelpunktes. Wenn genügend Knospen-schuppen gebildet sind, treten am Vegetationspunkt seitlich in spiraliger Anordnung Hervorwölbungen auf, von denen die oberste die größte ist. Es sind die ersten Anfänge der Blüten. Auch sie liegen, wie beim Steinobst, in den

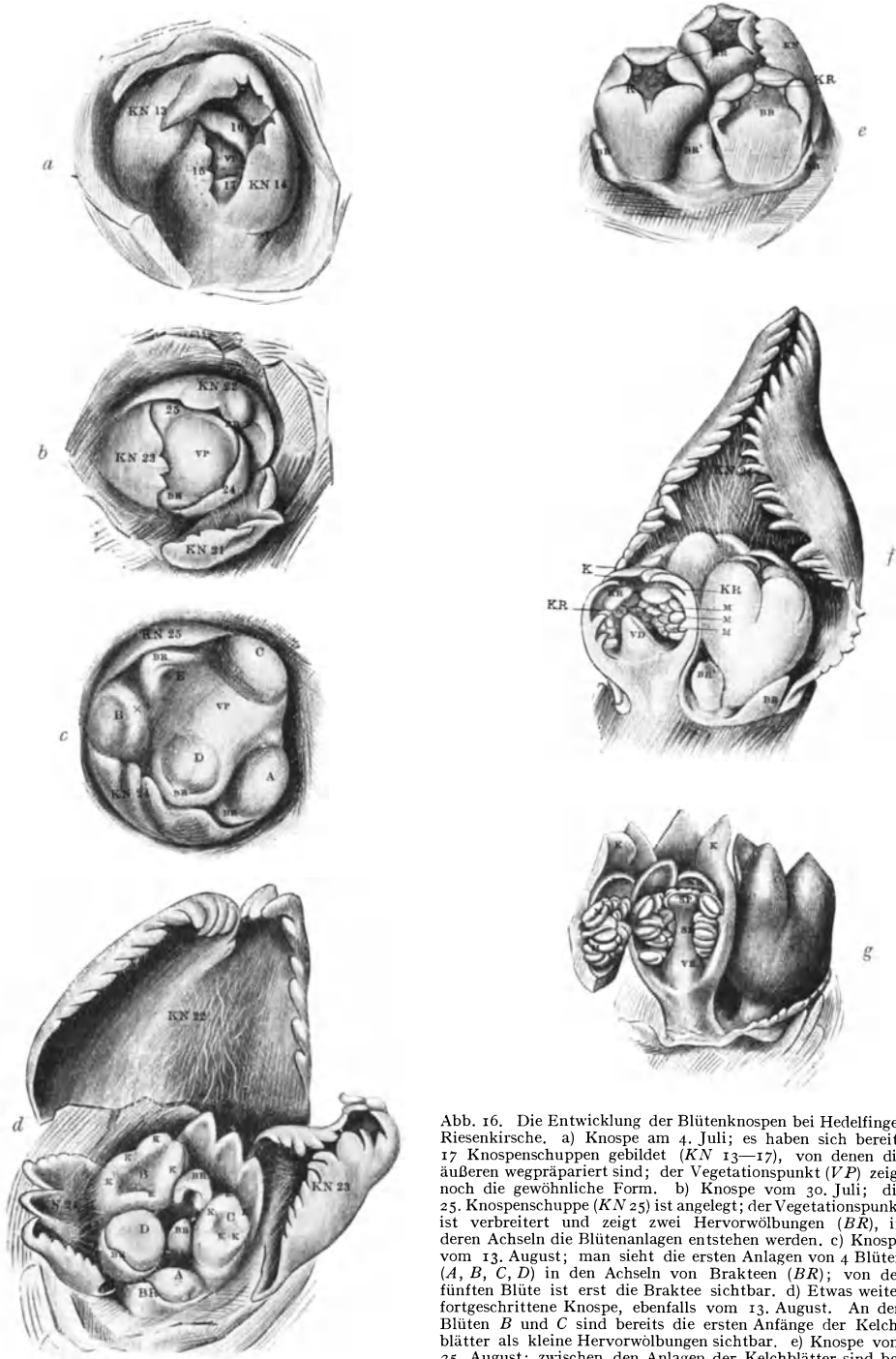


Abb. 16. Die Entwicklung der Blütenknospen bei Hedelfinger Riesenkirsche. a) Knospe am 4. Juli; es haben sich bereits 17 Knospenschuppen gebildet (KN 13—17), von denen die äußeren wegpräpariert sind; der Vegetationspunkt (VP) zeigt noch die gewöhnliche Form. b) Knospe vom 30. Juli; die 25. Knospenschuppe (KN 25) ist angelegt; der Vegetationspunkt ist verbreitert und zeigt zwei Hervorwölbungen (BR), in deren Achseln die Blütenanlagen entstehen werden. c) Knospe vom 13. August; man sieht die ersten Anlagen von 4 Blüten (A, B, C, D) in den Achseln von Brakteen (BR); von der fünften Blüte ist erst die Braktee sichtbar. d) Etwas weiter fortgeschrittene Knospe, ebenfalls vom 13. August. An den Blüten B und C sind bereits die ersten Anfänge der Kelchblätter als kleine Hervorwölbungen sichtbar. e) Knospe vom 25. August; zwischen den Anlagen der Kelchblätter sind bereits die Kronblätter als kleine Lappen zu erkennen. f) Knospe vom 23. September; in der durchschnittenen Blütenanlage sieht man die Anlagen der Kelch- und Kronblätter, und innerhalb derselben die Staubblätter (M) und das Fruchtblatt (VD), das noch nicht geschlossen ist. g) Knospe vom 12. Oktober; in der durchschnittenen Blütenanlage findet man alle Organe vorgebildet, VR = Fruchtknoten, ST = Griffel, SP = Narbe. (Nach MARTHA C. VERSLUYS.)

Achseln von kleinen Schuppen. Zwischen den einzelnen Blüten entwickeln sich aber beim Apfelbaum auch Blätter, so daß ein richtiges Erkennen der einzelnen Anlagen schwierig ist. Zum Unterschied gegenüber den Steinobstarten finden wir in den einzelnen Blütenanlagen im Herbst nicht nur ein einziges Fruchtblatt, sondern deren fünf, die sich zu schließen beginnen, nach und nach strecken und miteinander verwachsen. Aus ihrer gemeinsamen Spitze entwickelt sich in der Folge der Griffel mit der Narbe. Eine vorzügliche Abbildung von BIJHOUWER von einer am 16. November entnommenen Knospe gibt dieses Stadium sehr gut wieder. Wir können hier nicht des näheren auf die Interpretierung der einzelnen Schuppen eingehen und wollen uns mit der Tatsache begnügen, daß die Blüten im Herbst auch beim Apfelbaum in allen ihren Organen, mit Ausnahme der Geschlechtszellen, vorgebildet sind. Das gleiche gilt wohl auch für den Birnbaum.

Diese Entwicklung der Blütenknospen von den ersten Anfängen bis zur vorgebildeten Blüte beansprucht einige Zeit und erfordert auch eine beträchtliche Menge hochwertiger Baustoffe. Obschon Genaueres nicht bekannt ist, können wir daher vermuten, daß für die Ausbildung kräftiger Blütenanlagen, in denen unsere ersten Hoffnungen für eine reichliche Ernte liegen, ein guter Ernährungszustand des Baumes von größter Bedeutung ist.

C. Die Theorien über die Ursachen der Blütenbildung.

Die verschiedenen Zweigformen. — Die Untersuchungsmöglichkeiten. — Die Theorie von SACHS. — Die Theorie von MÜLLER-THURGAU und LOEW. — Die Theorie der Schwächung. — Die Theorie von KLEBS und ihre Popularisierung durch POENICKE. — Die Theorie vom Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis. — Darstellung der Zusammenhänge zwischen Kohlehydratgehalt, Stickstoffgehalt und Blütenbildung.

Wir wissen aus den beiden vorangehenden Abschnitten, daß die Anlage der Blüten bei unsern Obstbäumen an einen den Bäumen innewohnenden, aber durch Außeneinflüsse bis zu einem gewissen Grad verschiebbaren Rhythmus gebunden ist. Diese Periodizität ist aber nicht der einzige für die Anlage der Blütenknospen entscheidende Faktor. Wir wissen aus Erfahrung nur zu gut, daß bei manchen Bäumen die Blütenknospenbildung in den Monaten Juli und August nicht stattfindet. Die Frage, warum einmal der erste Schritt zur geschlechtlichen Fortpflanzung in Form von Blütenbildung getan wird, ein anderes Mal dagegen nicht, ist für den Obstpflanzer von größter Wichtigkeit. Sie hat aber auch die Physiologen seit langer Zeit vielfach beschäftigt.

Wir können die Lösung dieser Frage von verschiedenen Ausgangspunkten in Angriff nehmen. Wir werden vorerst untersuchen, welche Gestalt die Zweige eines Baumes haben müssen, wenn sich an ihnen Blüten bilden sollen. In den Handbüchern über Obstbau, z. B. in demjenigen von GAUCHER-HESDÖRFFER oder von BOETTNER-POENICKE, findet man die Zweige unserer Bäume eingeteilt in Lang- oder Holztriebe, Fruchtruten, Fruchtspieße, Ringelspieße usw. Wir brauchen darauf nicht näher einzugehen, weil diese Einteilung allgemein bekannt ist. Über die Einzelheiten des anatomischen Baues der verschiedenen Gewebearten und ihr gegenseitiges Mengenverhältnis bei den verschiedenen Zweigformen finden sich bei KROEMER (1914—15) und namentlich bei A. SCHELLENBERG (1926) wertvolle Angaben. Der letztgenannte Forscher untersuchte bei den verschiedenen Zweigformen von Gellerts Butterbirne an Querschnitten in mühevoller statistischer Arbeit den prozentualen Gehalt an Gefäßen, Markstrahlzellen, Parenchymzellen und verholzten Wänden. Auf dieser Grundlage gelingt es, die wasserleitenden Gefäße, die Reservestoffbehälter und die der Festigung dienenden Faser- und Zellwandgebilde zahlenmäßig zu vergleichen.

Diese morphologisch-anatomische Betrachtungsweise kann aber nicht allein zum Ziel führen, da uns die Tatsache bekannt ist, daß manche Bäume im einen Jahr reichlich blühen, im folgenden aber leer stehen. Daraus können wir schließen, daß nicht nur die Form der Zweige und ihr anatomischer Aufbau, sondern auch die Zusammensetzung des Zellsaftes für die Blütenbildung von Bedeutung sei, und daß vielleicht chemische Untersuchungen einen Schritt weiter führen werden. Schließlich können wir unsere Bäume auch verschiedenen Eingriffen aussetzen, um auf experimentellem Wege zu entscheiden, welcher Art die Bedingungen der Blütenbildung seien. Am aussichtsreichsten erscheint es, solche experimentellen Eingriffe in das Leben der Bäume mit anatomischen und chemischen Untersuchungen zu kombinieren. Gelingt es uns auf Grund solcher Forschungen, ein wahrheitsgetreues Bild von den Bedingungen zu erhalten, von denen die Blütenbildung unserer Obstbäume abhängig ist, so sind wir in jedem praktisch vorkommenden Fall in der Lage, die Blütenbildung nach unserem Willen zu beeinflussen.

Einer der ersten, die sich einen Überblick über die Ursachen der Blütenbildung zu erarbeiten suchten, war der deutsche Pflanzenphysiologe JULIUS SACHS (zusammengestellt 1892). Er stellte die *Theorie der „blütenbildenden Stoffe“* auf, indem er annahm, daß die Blütenbildung nur dann möglich sei, wenn besondere, ihrer Natur nach unbekannte Stoffe in den Pflanzen vorhanden seien. Diese Theorie konnte die am Ende des verflossenen Jahrhunderts sich rasch entwickelnde Naturwissenschaft nicht befriedigen, weil sich sofort die Frage nach der Natur dieser Stoffe stellen mußte. Eine Zeitlang glaubte man dann, sie gefunden zu haben, und zwar meinte man, im Gegensatz zu SACHS, es handle sich um die Kohlehydrate. MÜLLER-THURGAU (1898) war wohl einer der ersten, der auf die Wichtigkeit der Konzentration der organischen Substanzen hinwies. LOEW (1905) behauptete sogar, daß *eine bestimmte Zuckerkonzentration des Zellsaftes als blütenbildender Reiz* genüge. Es waren wohl vor allem Ringelungsversuche, die zu dieser Ansicht führten. Denn man beobachtete ja, daß infolge der Verhinderung einer Ableitung der Kohlehydrate durch den Ringelschnitt eine Stauung und damit eine Vermehrung derselben zustande kam. Die meist prompte Wirkung der Ringelung mußte daher zu dieser Theorie geradezu verleiten. Dagegen zeigte sich bald, daß sie nur den einen Teil der Tatsachen berücksichtigt. Stellt man sich beispielsweise einen jungen Apfelbaum vor, der in starkem Wachstum begriffen ist und an einer locker gebauten Krone ein reichliches, gesundes Blattwerk aufweist, so muß man ohne weiteres eine tüchtige Assimilation und damit die Bildung bedeutender Mengen von Kohlehydraten annehmen. Die Erfahrung zeigt aber, daß gerade solche Bäume oft keine Blütenknospen zur Ausbildung bringen.

Besonders in der praktischen Obstbauliteratur kam daher, vor allem unter dem Einfluß von GAUCHER, eine Theorie auf, die *Fruchtbarkeit und vegetatives Wachstum als Gegensätzlichkeiten* betrachtete. Die Quintessenz war, daß man empfahl, die Bäume in ihrem vegetativen Wachstum zu *schwächen*, um sie zur Blütenbildung zu zwingen. Auch diese Theorie kann sich auf eine Anzahl wichtiger Tatsachen stützen und birgt ohne Zweifel einen Teil der Wahrheit; denn die alten Kunstgriffe des mehrfachen Verpflanzens, des Wurzelschnittes, der engen Pflanzung und der Zwergunterlage stehen mit ihr vollständig im Einklang. Aber sie konnte schließlich auch nicht befriedigen, weil man die Erfahrung machte, daß durchaus nicht immer die schwächeren Bäume auch die fruchtbareren sind. Zudem bringt die Schwächung des vegetativen Wachstums die Ausbildung eines kleinen, wenig leistungsfähigen Baumgerüsts mit sich.

Da war es der deutsche Pflanzenphysiologe KLEBS (z. B. 1903, 1911, 1913, 1918), welcher durch klassisch gewordene Versuche der Behandlung des Problems der Blütenbildung eine neue Richtung gab. Er zeigte noch einmal mit aller Schärfe, daß der Kohlehydratbildung bei der ganzen Frage eine wesentliche Bedeutung zukommt, daß aber auch der den Pflanzen zur Verfügung stehende Gehalt an lebenswichtigen anorganischen Stoffen, insbesondere des Stickstoffes, eine Rolle spielt. Er sprach die Vermutung aus, daß dem gegenseitigen Verhältnis der einer Pflanze zur Verfügung stehenden Nährsalze und Kohlehydrate die wesentliche Bedeutung zur Entscheidung der Frage zukomme. Überwiegt die Kohlehydratversorgung, so tritt Blütenbildung ein, überwiegt die Versorgung mit Mineralstoffen, vor allem mit Stickstoff, so bleiben die Pflanzen steril. Damit war der wichtigste Schritt getan. Statt der *absoluten* Menge an einzelnen Stoffen zog man von nun an *relative* Verhältniszahlen in Betracht. Die beiden einander scheinbar entgegengesetzten Vorgänge des vegetativen Wachstums und der Fortpflanzung, die durch die Blütenbildung eingeleitet wird, waren in ausgesprochenen Zusammenhang gebracht.

Diese *Kohlehydrat-Nährsalz-Theorie* der Blütenbildung wurde durch WALTER POENICKE in vielen Schriften (z. B. 1911, 1922, 1923) in den Obstbau übertragen und popularisiert. Um sich besser verständlich zu machen, führte POENICKE den Begriff der „Bildungsstoffe“ ein. Er versteht darunter die von den Bäumen namentlich in den Blättern aufgebauten organischen Stoffe, also vor allem die Kohlehydrate, aber daneben auch die Eiweißstoffe, und stellt ihnen die von den Wurzeln aufgenommenen Nährsalze gegenüber. Seine Schlußfolgerungen für die Praxis des Obstbaues ergeben sich als logische Konsequenzen aus dieser Theorie. Da Wachstum und Fruchtbarkeit nicht mehr als unbedingte Gegensätzlichkeiten gelten können, sind schwachwüchsige, aber blühwillige Bäume durch Düngung in ihrem Wachstum zu fördern, ohne daß dadurch Unfruchtbarkeit eintreten muß. Man braucht nur dafür zu sorgen, daß das „Bildungsstoff“-Nährsalz-Verhältnis nicht ungebührlich zugunsten der Nährsalze verschoben wird. Eine „Schwächung“ nicht blühwilliger, aber kräftig wachsender Bäume darf sich nur auf die Nährsalzzufuhr und nie auf die „Bildungsstoffe“ beziehen. Der Idealzustand ist erreicht, wenn der Baum, wie POENICKE sich ausdrückt, im „*physiologischen Gleichgewicht*“ steht, d. h. wenn er neben mäßigem Wachstum auch eine ordentliche Blütenbildung aufweist. Diese einfache, auch für den Laien sehr leicht verständliche Betrachtungsweise bedeutete gegenüber den beiden älteren Theorien entschieden einen wesentlichen Fortschritt. Den Wissenschaftler kann sie — und dessen ist sich POENICKE wohl bewußt — nicht befriedigen. Sie ist für ihn zu allgemein. Er muß wissen, welchen „Bildungsstoffen“ und welchen Nährsalzen die ausschlaggebende Wirkung zukommt.

Die Schlußfolgerungen von KLEBS wurden inzwischen auch in den Vereinigten Staaten von Amerika aufgegriffen. Schon der deutsche Forscher war geneigt, dem Stickstoff auf der einen Seite und den Kohlehydraten auf der andern die größte Bedeutung beizumessen. Auch HUGO FISCHER (1905, 1916) legte schon früh das Gewicht auf das Verhältnis dieser beiden Stoffe bzw. Stoffgruppen. Die wichtigste Arbeit, in der dieser Gedanke verfolgt wurde, stammt von KRAUS und KRAYBILL (1918). Sie arbeiteten mit Tomaten. Die Stickstoffversorgung der Pflanzen wurde reguliert durch entsprechende Gaben eines leicht aufnehmbaren Stickstoffdüngers, die Kohlehydratversorgung durch Beeinflussung der Assimilation mittels Veränderung der Belichtung. Mit aller Klarheit ergab sich, daß Wachstum und Blütenbildung in der Weise, wie es KLEBS angab, mit der Versorgung durch Stickstoff und Kohlehydrate in Be-

ziehung stehen. Im einzelnen stellen die Forscher vier verschiedene Möglichkeiten auf, die kurz erwähnt sein sollen:

1. Ein sehr hohes Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis bei schwachem vegetativem Wachstum. Der Stickstoff steht im Minimum und verursacht das geringe Wachstum. Die Zufuhr relativ großer Kohlehydratmengen kann sich nicht auswirken.

2. Ein hohes Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis, verbunden mit großer Fruchtbarkeit bei ordentlichem Wuchs. Es sind mäßige Stickstoffmengen zugänglich, aber das hohe Verhältnis ist einem Überfluß an Kohlehydraten zu verdanken.

3. Ein niedriges Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis, verbunden mit starkem vegetativem Wachstum. Sowohl Kohlehydrat- als Stickstoffzufuhr sind reichlich. Ein Überfluß an Kohlehydraten kann nicht entstehen.

4. Ein sehr niedriges Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis, verbunden mit schwachem Wuchs. Hier ist nicht, wie in der ersten Gruppe, der Mangel an Stickstoff schuld am geringen Wachstum, sondern ein Mangel an Kohlehydraten. Die Pflanzen sind unfruchtbar.

Daß diese vier Gruppen durch Übergänge miteinander verbunden sind, ist selbstverständlich.

KRAUS und KRAYBILL bauen auf Grund dieser Befunde die Theorie vom *Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis* auf, indem sie die These aufstellen, daß das Ausmaß von vegetativem Wachstum und Blütenbildung vom Verhältnis zwischen der Menge der Kohlehydrate und des Stickstoffes abhängt. Es handelt sich also im Grund um eine bestimmtere Formulierung der Ansicht von KLEBS.

Seit dieser wichtigen Arbeit ist die Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie der Blütenbildung das Steckenpferd der auf dem Gebiete des Obstbaues tätigen amerikanischen Forscher geworden. Ihre Nachprüfung hat eine ganze Reihe wertvoller Arbeiten ausgelöst, auf deren Ergebnisse wir auch in den folgenden Abschnitten mehrfach zurückkommen werden. Viele geben uns wertvolle Einblicke in die chemischen Veränderungen in den Zweigen unserer Obstbäume, die durch Beschattung oder Entblätterung, durch Ringelung, Schnitt und Düngung hervorgerufen werden. Ihr wichtigstes Ergebnis aber ist die Erkenntnis, daß so einfache Beziehungen, wie wir sie etwa nach der Auffassung von POENICKE vermuten würden, und wie sie auch noch KRAUS und KRAYBILL annahmen, durchaus nicht bestehen. Es sind vielmehr eine ganze Reihe scheinbar schwerwiegender Widersprüche vorhanden, und die letzte Arbeit von POTTER und PHILLIPS (1930), die chemisch sehr gut begründet und mit einer einwandfreien Versuchstechnik durchgeführt ist, scheint auf den ersten Blick im krassen Gegensatz zu der Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie zu stehen.

Bevor wir etwas eingehender das lehrreiche Schicksal dieser viel besprochenen Hypothese verfolgen, wollen wir den Ursachen dieser Widersprüche kurz nachgehen. Sie liegen vielleicht zu einem Teil darin begründet, daß sowohl KLEBS als auch KRAUS und KRAYBILL zur Hauptsache von Kulturversuchen ausgingen, und die Kohlehydrat- und Nährsalzzufuhr in Berücksichtigung zogen, während die Forscher, die ihre Hypothese nachprüften, meist von *chemischen Untersuchungen* derjenigen Organe ausgingen, an denen sich die Blütenknospen differenzieren. Diese beiden Verfahren brauchen aber nicht unbedingt zu den gleichen Ergebnissen zu führen, weil zwischen der Aufnahme der Nährstoffe und dem Aufbau der Kohlehydrate eine Unmenge von Vorgängen zwischengeschaltet sind, die wir nur sehr mangelhaft oder überhaupt nicht kennen. Auch ist zu berücksichtigen, daß die Verhältnisse in den Fruchtspißen, welche für die chemischen Untersuchungen herangezogen wurden, nicht unbedingt das gleiche

Bild zeigen müssen, wie diejenigen in den Knospen selbst. Unsere chemischen Methoden reichen aber nicht aus, um für die Untersuchungen nur die kleinen Substanzmengen der Knospen selbst zu verwerten.

Einen ersten wertvollen Beitrag zu dieser Frage lieferte H. D. HOOKER (1920) aus der Versuchsanstalt Columbia in Missouri. Er sammelte Fruchtspieße von Apfelbäumen am 16. März, 13. Mai, 26. Juni, 2. September, 19. November und 24. Januar und analysierte sie in bezug auf verschiedene chemische Inhaltsstoffe. Er unterschied dabei drei verschiedene Gruppen solcher Spieße: fruchttragende, blütenbildende und sterile. Blütenbildende und sterile waren natürlich vor der Blütendifferenzierung nicht mit Sicherheit zu unterscheiden. Doch erkennt man ja auf Grund von etwelcher Erfahrung schon im Vorsommer diejenigen Spieße, welche in den kommenden Monaten zur Blütenbildung befähigt sein werden.

Uns interessiert vor allem der chemische Inhalt am 26. Juni, kurz vor der Blütenbildung. Der *Stickstoffgehalt* war zu dieser Zeit in den fruchttragenden Zweigen bedeutend größer als in den blütenbildenden und sterilen. Die beiden letzteren unterschieden sich in dieser Beziehung nicht wesentlich. Auch der *Phosphorgehalt* der fruchttragenden Spieße war bedeutend größer als derjenige der blütenbildenden, die aber immerhin noch wesentlich mehr von diesem Element enthielten als die sterilen. Ähnlich wie der Gehalt an Phosphorsäure verhielt sich auch derjenige an *Kali*. Auffällig gleichmäßig verliefen dagegen die Kurven des Zuckergehaltes, sowohl was den *Gesamtzucker* als auch was die *reduzierenden Zuckerarten* anbelangt, wenn man auch im Gehalt an reduzierendem Zucker in den blütenbildenden Zweigen gegenüber den sterilen eine merkliche Erhöhung herauslesen kann. Auffällig war dagegen eine früher einsetzende *Stärkespeicherung* in den blütenbildenden gegenüber den fruchttragenden und sterilen Zweigen, die am 26. Juni bei den ersten schon einen beträchtlichen Betrag erreicht hatte, während bei den andern das sommerliche Minimum noch nicht überschritten war. Die Zahlen sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tabelle 8. Die chemische Zusammensetzung der Fruchtspieße von 4 verschiedenen Apfelsorten kurze Zeit vor der Blütenbildung (nach HOOKER 1920).

Die Zahlen bedeuten Prozent des Trockengewichts. BD = Apfelsorte Ben Davis, W = Wealthy, J = Jonathan, N = Nixonite.

Gehalt an	Fruchttragende Spieße			Blütenbildende Spieße		Sterile Spieße	
	BD	W	J	BD	J	BD	N
Total Stickstoff	1,156	1,108	0,974	0,620	0,802	0,658	0,687
Phosphor	0,213	0,229	0,246	0,176	0,262	0,146	0,216
Kalium	0,72	0,81	0,88	0,66	0,72	0,46	0,51
Reduz. Zucker	1,87	1,19	1,69	1,04	1,35	0,66	0,61
Total Zucker	1,87	1,19	1,69	1,14	1,35	0,66	0,99
Stärke	Spur	Spur	Spur	3,16	2,16	Spur	Spur
Polysaccharide (ohne Stärke)	22,26	25,80	20,89	23,72	18,96	21,93	25,00
Total Kohlehydrate	24,49	26,99	22,58	28,02	22,47	22,59	25,99

Damit war bereits die erste Enttäuschung gegeben: die Zuckerarten als diejenigen Kohlehydrate, die schon nach den älteren Theorien den Ausschlag geben sollten, zeigten in allen Spießen eine auffällige Gleichmäßigkeit, wenn wir auch den Unterschied von 1,14% in den blütenbildenden zu 0,66% in den sterilen durchaus nicht vernachlässigen dürfen. Es blieb immerhin der Trost, daß doch der Stärkegehalt wesentlich verschieden war, so daß die Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie gerettet schien. HOOKER möchte deshalb auch lieber das Stärke-Stickstoff- als das Gesamt-Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis in Berück-

sichtigung gezogen wissen. Dies erschwert aber das Verständnis für die dynamische Auswirkung dieser Beziehung im Gewebe sehr wesentlich. Denn in den Zellgruppen, in denen die Differenzierung der Blütenanlagen vor sich geht, ist keine Stärke vorhanden, und wir können nicht leicht begreifen, wie dieses ungelöste Kohlehydrat, das in einiger Entfernung im Gewebe abgelagert wird,

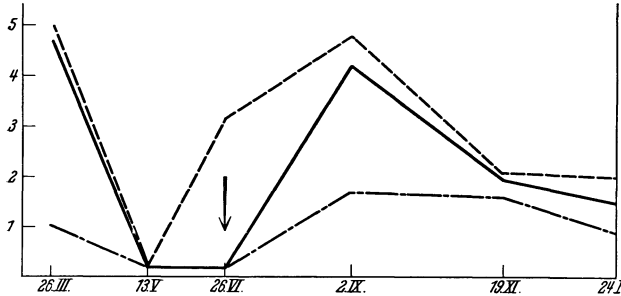


Abb. 17. Graphische Darstellung des Stärkegehaltes in Fruchtspiessen eines Ben-Davis-Apfelbaumes im Verlaufe des Sommers ——— = fruchttragende, - - - - = blütenbildende, - - - - = sterile Fruchtspieße. (Nach HOOKER.)

auf diese Zellen zu wirken vermöge. Immerhin können wir uns vorstellen, daß sein Vorhandensein die Innehaltung einer bestimmten Zuckerkonzentration in den umgebenden Zellen gewährleistet, die dann ihrerseits für die Differenzierung den Ausschlag gebe.

In der Folge haben KRAYBILL, POTTER und Mitarbeiter (1925) eingehende chemische Untersuchungen von fruchttragenden und blütenbildenden Spiessen durchgeführt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die Untersuchungen wurden sowohl mit einer Serie von Bäumen eingeleitet, die in Rasen standen und keine Stickstoffdüngung erhielten als auch mit einer in offenem Boden stehenden, die zudem jährlich pro Baum mit 2,7 kg Chilesalpeter gedüngt wurden. Da die fruchttragenden Spiesse selten oder nie Blütenknospen bilden, glaubten die Forscher, aus ihren Befunden auch einige Rückschlüsse auf die für die Blüten-

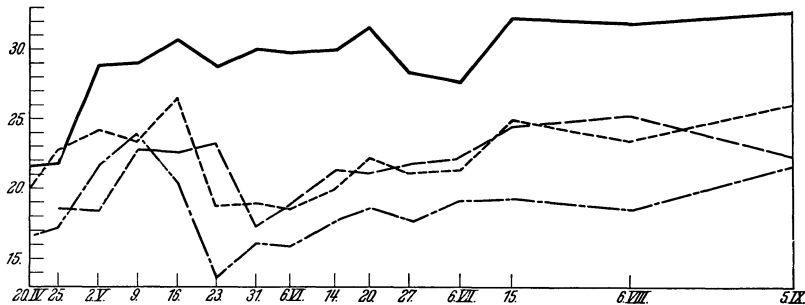


Abb. 18. Verschiebung des Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnisses (Total Kohlehydrate : Total Stickstoff) im Verlaufe eines Jahres in tragenden und nichttragenden Fruchtspiessen von verschiedenen behandelten Apfelbäumen. ——— = nichttragende, blütenbildende Fruchtspieße von in Rasen stehenden Bäumen. - - - - = fruchttragende Fruchtspieße von in Rasen stehenden Bäumen. - - - - = nichttragende, blütenbildende Spiesse von mit Stickstoff gedüngten Bäumen. ——— = fruchttragende Fruchtspieße von mit Stickstoff gedüngten Bäumen. Weitere Erklärung im Text. (Nach KRAYBILL, POTTER u. Mitarbeitern.)

bildung maßgebenden Bedingungen ziehen zu können. Wir brauchen hier auf die Einzelheiten nicht einzugehen und wollen nur den Verlauf des Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnisses während des Sommers in den vier Zweigformen verfolgen. Wie aus Abb. 18 deutlich hervorgeht, verhielten sich in dieser Beziehung die tragenden, nicht blütenbildenden Spiesse aus der mit Stickstoff gedüngten Parzelle und die nichttragenden, blütenbildenden aus der Rasenparzelle während des ganzen Sommers und vor allem auch im Zeitpunkt der Blütenknospenbildung sehr gleichartig. Man wäre versucht, daraus zu schließen, daß dem Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis für die Blütenbildung überhaupt keine Be-

deutung zukomme. Doch wird man berücksichtigen, daß die sich entwickelnde Frucht, die eine große Menge von Baustoffen benötigt, den ganzen Chemismus des Fruchtspießes dominieren muß, und man deshalb nicht ohne weiteres fruchttragende und blütenbildende Fruchtspieße miteinander vergleichen darf. Den gleichen Vorbehalt muß man auch gegenüber den Untersuchungen von HARLEY (1925) geltend machen.

POTTER und PHILLIPS (1930) schlugen deshalb einen anderen Weg ein, um den Verhältnissen, die für die Blütenbildung maßgebend sind, auf die Spur zu kommen. Sie wählten zu ihren Untersuchungen auf den zahlreichen Versuchspartzellen der Versuchsanstalt Durham in New Hampshire von 26 verschiedenen Versuchspartzellen je vier tragbare, 30—45jährige Apfelbäume der Sorte Baldwin aus. Von jedem Baum wurden anfangs Juli und anfangs August je 250 Fruchtspieße geschnitten, und zwar wurde nur der im Versuchsjahr gewachsene Teil berücksichtigt. Diese Proben wurden in sorgfältigster Weise für chemische Untersuchungen verwertet. Im folgenden Frühjahr, als die Blütenknospen gut sichtbar waren, wurden nun auf Grund einer Auszählung von zusammen annähernd 100 000 Knospen die prozentuale Blütenknospenbildung der einzelnen Versuchsbäume zahlenmäßig erfaßt. Nun konnte die durchschnittliche Blütenbildung jeder Versuchspartzelle mit den Ergebnissen der verschiedenen chemischen Untersuchungen der Fruchtspieße in Beziehung gesetzt werden. Die Versuchspartzellen waren sehr mannigfaltig und umfaßten Bäume, die in ungedüngten Rasenpartzellen standen, und alle Übergänge bis zu solchen in offenem Boden mit reichlicher Stickstoffdüngung. Die Methoden der chemischen Analysen waren zweckmäßig und alle Bestimmungen erlaubten die Anwendung der Fehlerrechnung. Die Disposition der Arbeit und die Auswertung der erhaltenen Ergebnisse sind auch in methodischer Hinsicht mustergültig. So scheinen alle Voraussetzungen für die Gewinnung von wertvollen Grundlagen für die Frage der Blütenbildung gegeben.

Die Ergebnisse sind völlig unerwartete. In der Abb. 19 sind die Zusammenhänge zwischen dem Gehalt an reduzierendem Zuckerarten und der Menge der Blütenknospenbildung in einer Korrelationstabelle zusammengestellt. Der Zuckergehalt ist auf der Ordinate, die prozentuale Menge der Blütenknospen auf der Abszisse angegeben. Die auf diese Weise für jede Parzelle erhaltenen Punkte zeigen im Feld nicht die geringste Ordnung und führen daher zum klaren Schluß, daß im vorliegenden Fall die Blütenknospenbildung mit dem Gehalt an Zucker in den direkt hinter den Knospen gelegenen Teilen nicht im geringsten Zusammenhang stehen. Man kann dies auch mathematisch durch Berechnung des Korrelationskoeffizienten ausdrücken: wäre die Beziehung eine absolute, so daß mit steigender Zuckerkonzentration in allen Fällen eine Zunahme der Blütenbildung eintritt, so wäre dieser Koeffizient = 1. Ist keine Beziehung vorhanden,

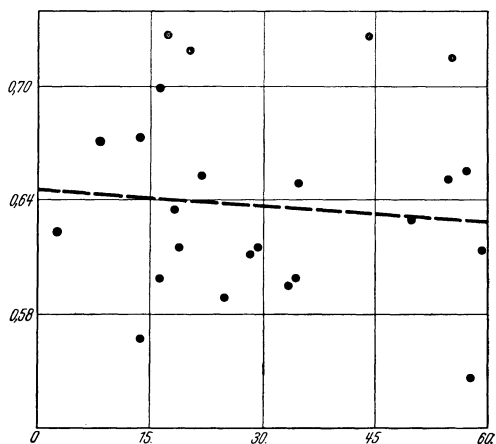


Abb. 19. Fehlen eines Zusammenhangs zwischen dem Gehalt der Fruchtspieße an reduzierendem Zucker und der Blütenbildung zur Zeit der Differenzierung der Blütenknospen. Auf der Abszisse ist der Prozentsatz derjenigen Knospen des Fruchtholzes angegeben, die Blüten bilden, auf der Ordinate der Gehalt an reduzierendem Zucker in Prozent des Frischgewichtes. Der Winkel der gestrichelten Geraden mit der X-Achse ist ein Maß für die Korrelation. Weitere Erklärungen im Text. (Nach POTTER u. PHILLIPS.)

so wäre er = 0. Im vorliegenden Fall wurde er zu $0,089 \pm 0,131$ bestimmt. Der mittlere Fehler ist also größer als der gefundene Wert. Eine Erhöhung des Zuckergehaltes wirkt jedenfalls in diesem Beispiel keinesfalls, als blütenbildender Reiz!

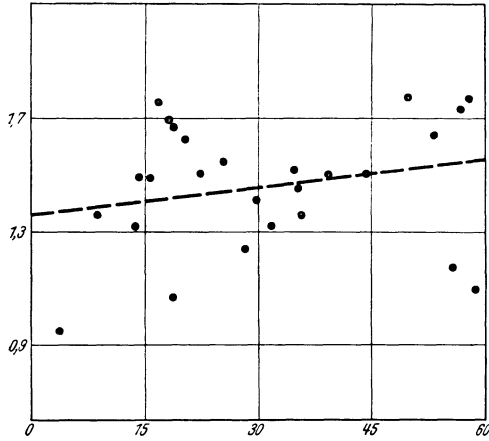


Abb. 20. Zusammenhang zwischen dem Gehalt der Fruchtspeise an Stärke und der Blütenbildung zur Zeit der Differenzierung der Blütenknospen beim Apfelbaum. Auf der Ordinate ist der Stärkegehalt in Prozent des Trockengewichtes angegeben. Im übrigen wie Abb. 19. (Nach POTTER u. PHILLIPS.)

bezieht, $0,438$, wenn man ihn auf das Trockengewicht bezieht, und $0,607$, wenn man den Gehalt an unlöslichem Stickstoff von je 100 Fruchtspeisen berücksichtigt.

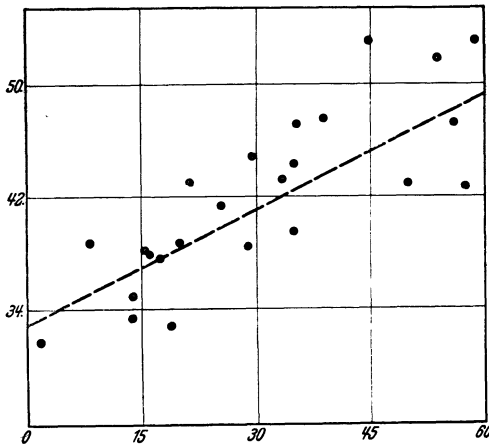


Abb. 21. Zusammenhang zwischen dem Gehalt der Fruchtspeise an unlöslichem Stickstoff und der Blütenbildung zur Zeit der Differenzierung der Blütenknospen. Auf der Ordinate ist der Stickstoffgehalt in Milligramm pro 100 Fruchtspeise angegeben. Im übrigen wie Abb. 19. (Nach POTTER u. PHILLIPS.)

Stickstoff-Verhältnis die Blütenbildung geringer wird, also genau das Umgekehrte dessen, was wir auf Grund der Theorie erwartet haben.

Sind nun die in sorgfältigen Untersuchungen erhaltenen Ergebnisse von POTTER und PHILLIPS stark genug, um die im übrigen gut begründete Theorie von KLEBS-KRAUS-KRAYBILL als unrichtig zu erweisen, und kann man die

Etwas besser liegen die Verhältnisse, wenn man die Stärke berücksichtigt. Es scheint eine Tendenz zur reichlicheren Blütenknospenbildung mit steigendem Stärkegehalt vorhanden zu sein (Abb. 20). Der Korrelationskoeffizient beträgt aber nur $0,220 \pm 0,126$, so daß diese Beziehung vom mathematischen Standpunkt aus nicht als gesichert gelten kann.

Um so auffälliger war der Zusammenhang zwischen dem Gehalt der Zweige an unlöslichem Stickstoff und der Blütenbildung. Je höher der Stickstoffgehalt der Zweige war, desto mehr neigten sie zur Differenzierung von Blüten (Abb. 21). Diese Beziehung ist im vorliegenden Fall auch mathematisch gesichert, denn der Korrelationskoeffizient beträgt $0,456$, wenn man den Stickstoffgehalt auf das Frischgewicht bezieht, $0,438$, wenn man ihn auf das Trockengewicht bezieht, und $0,607$, wenn man den Gehalt an unlöslichem Stickstoff von je 100 Fruchtspeisen berücksichtigt. Diese Zahlen gelten für die im Juli geschnittenen Speise. Die im August geschnittenen verhalten sich sehr ähnlich.

Dieses Verhältnis steht scheinbar mit der Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie in schärfstem Widerspruch. Berechnet man weiter die Korrelationskoeffizienten für das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis und die Blütenbildung, so kommt man zu lauter negativen Werten, gleichgültig, ob man nur reduzierende Zucker, nur Stärke oder Totalkohlehydrate berücksichtigt, und ob man nur den löslichen, nur den unlöslichen oder den Gesamtstickstoffgehalt in Rechnung zieht. Diese Koeffizienten liegen allerdings zumeist weit innerhalb der Fehlergrenze; doch scheint immerhin eine Tendenz vorhanden zu sein, daß mit steigendem Kohlehydrat-

geringer wird, also genau das Umge-

Ergebnisse der Untersuchungen von HOOKER, HARVEY, MURNEEK und KRAYBILL und seinen Mitarbeitern, die sich namentlich auch auf die noch zu erwähnenden Ringelungs- und Entblätterungsversuche beziehen, ohne weiteres als fehlerhaft oder unrichtig bezeichnen, oder liegen vielleicht Komplikationen irgendwelcher Art vor, welche uns den Schlüssel zum Verständnis dieser schwerwiegenden Unstimmigkeiten liefern?

Zuerst müssen wir uns vergegenwärtigen, daß der unlösliche Stickstoff in diesen Fruchtspiessen als Eiweißstickstoff vorhanden ist. Die hinter der Knospe gelagerten Eiweiße können aber als unlösliche Stoffe ebensowenig, wie etwa die Stärke, einen direkten Einfluß auf die Blütenknospenbildung ausüben. Wir müssen daher wohl, wie es POTTER und PHILLIPS selbst tun, die Ergebnisse so interpretieren, daß in den Versuchsbäumen die gleichen Ursachen, welche die Blütenbildung förderten, zugleich auch die Aufspeicherung von Eiweißstoffen begünstigten. Über diese gemeinsamen Ursachen wissen wir vorderhand allerdings nichts, und wir müssen uns damit begnügen, daß trotz dem hohen positiven Korrelationskoeffizient zwischen Blütenknospenanlage und Gehalt an unlöslichem Stickstoff in den Fruchtspiessen kein direkter Zusammenhang zu bestehen braucht.

Ferner müssen wir berücksichtigen, daß sämtliche Untersuchungen von POTTER und PHILLIPS sich auf *ausgewachsene, tragbare* Bäume beziehen, und wir können annehmen, daß bei ihnen, im Gegensatz zu jungen, starkwüchsigen Bäumen, ohnehin das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis derart sei, daß es eine Blütenbildung ermögliche, und daß irgendwelche andere Faktoren über das *Ausmaß* dieser Blütenbildung entscheiden. Zu diesen Faktoren gehören jedenfalls in erster Linie alle diejenigen, welche die Ausbildung von kräftigen Fruchtspiessen begünstigen. In der Tat zeigt sich aus den Ergebnissen von POTTER und PHILLIPS selbst, daß starke positive Korrelationen bestehen zwischen dem Frischgewicht der Spiesse und der Blütenknospenbildung^f und zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Spiesse und der Blütenbildung. Daraus ergibt sich, daß die größeren und kräftigeren Spiesse der Bäume mehr zur Differenzierung von Blüten neigen als die schwächeren. Bei schwachwüchsigen Bäumen können wir aber vielfach durch eine bessere Versorgung mit Stickstoff die Fruchtspiesse wesentlich kräftigen. Wir erinnern uns hier an die Düngungsversuche mit Topfobstbäumen, welche MÜLLER-THURGAU (1917) ausführte. Auch er erhielt bei diesen schwachwüchsigen Bäumen eine Erhöhung der Blütenknospenbildung nach Stickstoffdüngung. Wir können auf Grund dieser Überlegungen annehmen, daß die Versuchsbäume von POTTER und PHILLIPS in bezug auf den Kohlehydrat-Stickstoff-Haushalt etwa der Gruppe 1 der Tomatenpflanzen von KRAUS und KRAYBILL entsprechen (S. 50).^f Vergleichen wir die Zahlen für den Stickstoffgehalt in den von POTTER und PHILLIPS untersuchten Fruchtspiessen mit den von anderen Forschern, z. B. HARLEY (1925) oder LAGASSE (1926) gefundenen, so erweisen sie sich tatsächlich als verhältnismäßig niedrig.

So kommen wir zum Schluß, daß die auf den ersten Blick mit der Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie in krassem Widerspruch scheinenden Untersuchungsergebnisse die anderweitig gut begründete Auffassung nicht zu entkräften, wohl aber zu ergänzen vermögen. Wir wollen versuchen, uns die Zusammenhänge zwischen dem Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis und der Blütenbildung durch eine schematische Darstellung zu vergegenwärtigen (Abb. 22). Dabei nehmen wir der Einfachheit halber vorerst an, die Menge der Kohlehydrate sei konstant, der Stickstoffgehalt dagegen variabel. In diesem Fall nimmt mit steigendem Stickstoffgehalt das Kohlehydrate-Stickstoff-Verhältnis allmählich ab. Die Verschiebungen im Stickstoffgehalt sind auf der Abszisse, die Blütenbildung auf der Ordinate angegeben.

Wir ersehen, daß vorerst die Blütenbildung mit steigendem Stickstoffgehalt und abnehmendem Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis zunimmt, dann aber bei weiterem Anstieg des Stickstoffgehaltes wiederum abnimmt. Es gibt bei einem bestimmten Kohlehydratgehalt ein Stickstoffoptimum für die Blütenbildung. Jüngere, kräftig wachsende Bäume zeigen eine geringe Blütenbildung, weil das

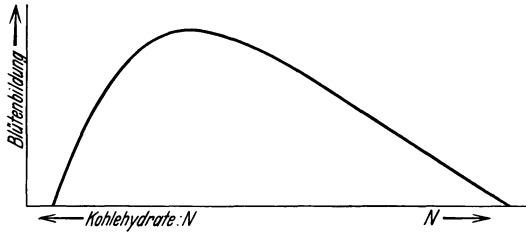


Abb. 22. Schematische Darstellung der Verschiebung in der Fähigkeit zur Blütenbildung bei steigendem Stickstoffgehalt und gleichbleibendem Kohlehydratgehalt. Erklärung im Text. Original.

Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis niedrig ist. Wir befinden uns auf dem absteigenden Ast der Kurve. Bei alten, fruchtbaren Bäumen kann die Blütenbildung wiederum abnehmen, weil die Stickstoffversorgung nicht ausreicht, um das Fruchtholz für die Blütenbildung genügend zu kräftigen, und die Blütenbildung bleibt trotz einem hohen Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis gering. Wir befinden uns auf dem aufsteigenden Ast der Kurve, auf den auch die Düngungsversuche mit Topfbömbstbäumen von MÜLLER-THURGAU und die Untersuchungen von POTTER und PHILLIPS entfallen.

Über den genaueren Verlauf dieser Kurve wissen wir vorläufig nichts. Es wird aus den folgenden Überlegungen hervorgehen, warum sie asymmetrisch angenommen wurde.

In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse komplizierter. Es ist nicht nur der Stickstoffgehalt, sondern auch der Kohlehydratgehalt variabel. Wollen wir uns

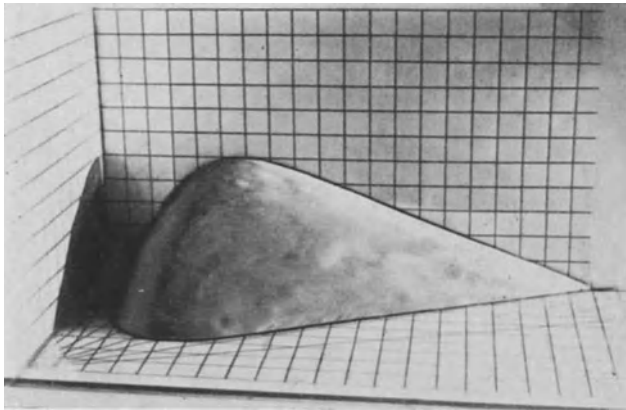


Abb. 23. Photographie eines Modells, das die Zusammenhänge zwischen Stickstoffgehalt (gemessen auf der X-Achse), Kohlehydratgehalt (gemessen auf der Y-Achse) und der Blütenbildung (gemessen auf der Z-Achse) zur Darstellung bringt. Erklärung im Text. Original.

auf Grund der heutigen Kenntnisse über die Beziehungen dieser beiden Stoffgruppen mit der Blütenbildung eine Vorstellung machen, so müssen wir zu einer dreidimensionalen Anordnung übergehen. Wir tragen auf der X-Achse den Stickstoffgehalt, auf der Y-Achse den Kohlehydratgehalt ein. Die Punkte der Ebene durch die X- und Y-Achse bedeuten dann alle denkbaren Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnisse. Ist das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis konstant, aber die beiden Komponenten variabel, so liegen alle Punkte auf einer Geraden, die durch den Nullpunkt des Koordinatensystems geht. Je größer der Winkel dieser Geraden mit der X-Achse ist, desto größer ist das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis.

Die sich aus einem bestimmten Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis ergebende Blütenbildung messen wir auf der Z-Achse, die senkrecht auf der Ebene der beiden anderen Achsen steht und durch ihren Schnittpunkt geht. Wir kommen

Bei alten, fruchtbaren Bäumen kann die Blütenbildung wiederum abnehmen, weil die Stickstoffversorgung nicht ausreicht, um das Fruchtholz für die Blütenbildung genügend zu kräftigen, und die Blütenbildung bleibt trotz einem hohen Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis gering.

Wir befinden uns auf dem aufsteigenden Ast der Kurve, auf den auch die Düngungsversuche mit Topfbömbstbäumen von MÜLLER-THURGAU und die Untersuchungen von POTTER und PHILLIPS entfallen.

dann auf Grund unserer heutigen Kenntnisse und Hypothesen zu den in Abb. 23 an hand eines *Modells* dargestellten Ergebnissen. Eine Blütenbildung kann selbstverständlich erst stattfinden, wenn ein gewisses Minimum an Kohlehydraten vorhanden ist; sie nimmt dann mit steigendem Kohlehydratgehalt ständig bis zur möglichen Speichermöglichkeit der Gewebe zu. Wir haben keine Anhaltspunkte dafür, daß beim Überschreiten eines bestimmten Gehaltes an Kohlehydraten zugleich ein Optimum überschritten wird. Auch ein bestimmtes Stickstoffminimum ist für die Blütenbildung notwendig. Nimmt der Stickstoff weiter zu, so wird die Blütenbildung vorerst erleichtert, bei noch stärkerer Zunahme aber wieder erschwert. Wir glauben ferner annehmen zu dürfen, daß ein bestimmtes Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis überschritten sein muß, wenn überhaupt Blütenbildung eintreten soll. Sind diese Annahmen richtig, so muß auf der Ebene der *X*- und *Y*-Achse die Abgrenzung derjenigen Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnisse, bei denen Blütenbildung überhaupt möglich ist, durch eine den Mittelpunkt des Koordinatensystems schneidende und eine zur *Y*-Achse parallel verlaufende Gerade gegeben sein, so daß diese Abgrenzungslinie vermutlich eine Hyperbel darstellt. Bei allen innerhalb dieser Hyperbel gelegenen Punkten bzw. Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnissen ist eine Blütenbildung möglich, bei allen außerhalb derselben gelegenen dagegen ausgeschlossen.

Wir müssen ferner annehmen, daß bei *konstantem* Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis die Blütenbildung Null ist, wenn die beiden Komponenten nicht einen bestimmten Betrag erreichen. Ist dieser Minimalgehalt überschritten, so nimmt die Blütenbildung bei weiterem Anstieg der Komponenten weiter zu, und wir haben keinen Anhaltspunkt für die Annahme, daß bei hohem Kohlehydrat- und hohem Stickstoffgehalt, aber gleichem Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis die Blütenbildung je wieder abnimmt. Eine Zunahme ist also bei gleichbleibendem Verhältnis möglich, bis die Speichermöglichkeit des Gewebes für Kohlehydrate oder für Stickstoff erreicht ist.

Wir denken uns nun auf jedem Punkt der *X*-*Y*-Ebene die zugehörige Blütenbildung als senkrecht stehende Säule aufgetragen. Die durch die Verbindung ihrer Endpunkte entstehende Fläche können wir als „*Fläche der Blütenbildung*“ bezeichnen. Der senkrechte Abstand jedes Punktes derselben auf die Ebene der *X*-*Y*-Achse gibt uns dann ein Maß für die Blütenbildung bei einem bestimmten Kohlehydrat- und einem bestimmten Stickstoffgehalt. Wie diese Fläche aussehen muß, wenn die gemachten Annahmen richtig sind, ist in Abb. 23 zur Darstellung gebracht.

Denken wir uns parallel zur *X*-Achse Ebenen gelegt, die senkrecht zur *Y*-Achse stehen, so stellen ihre Schnittlinien mit der Fläche der Blütenbildung die Kurven für die Blütenbildung bei variablem Stickstoffgehalt, aber gleichbleibendem Kohlehydratgehalt dar. Eine dieser Kurven, die alle asymmetrisch werden müssen, ist bereits in Abb. 22 dargestellt worden. Denkt man sich aber die Ebenen parallel zur *Y*-Achse und senkrecht zur *X*-Achse, so geben die Schnitte mit der Ebene der Blütenbildung die Kurven für die Blütenbildung, wenn wir uns den Stickstoffgehalt konstant und den Kohlehydratgehalt variabel denken. Es ergeben sich auf diese Weise einseitige, stetig ansteigende Kurven, die begrenzt sind, weil die Kohlehydratspeicherung des Gewebes einen bestimmten Betrag nicht überschreiten kann. Denken wir uns schließlich diese Ebenen durch den Mittelpunkt des Koordinatensystems und senkrecht auf die *X*-*Y*-Ebene gezogen, so ergibt ihre Schnittlinie mit der Fläche der Blütenbildung die Kurve für die Blütenbildung bei gleichem Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis, aber steigendem Gehalt an Kohlehydraten und Stickstoff. Diese Kurven stellen ebenfalls Teilstücke von Hyperbeln dar.

Diese Darstellungsweise mag vielleicht etwas abstrakt und theoretisch erscheinen. Sie ist aber nicht hypothetischer als die Theorie vom Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis selbst und zieht nur die letzten Konsequenzen derselben. Sie läßt die Verhältnisse sicher befriedigender überblicken als eine zweidimensionale Darstellung, in der es ohne Zuhilfenahme der Projektion gar nicht möglich wäre, drei Variable in gegenseitige Beziehung zu bringen.

Wir haben bis jetzt vom Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis gesprochen, ohne uns Rechenschaft zu geben, welchen Teil der Kohlehydrate und des Stickstoffes wir berücksichtigen und auf welches Gewebe sich die Analysen beziehen sollen. Man wird vielleicht in der zukünftigen Forschung gut tun, von den Kohlehydraten die Stärke und vom Stickstoff den unlöslichen Teil, in dem namentlich der Eiweißstickstoff inbegriffen ist, in Berechnung zu ziehen, wie schon HOOKER (1920) und NIGHTINGALE (1922) vorschlugen. Denn diese beiden Reservestoffe sind wohl das beste Maß der für die Blütenbildung vorrätigen Baustoffe. Eine Fassung auf Grund der dynamisch wirksamen löslichen Kohlehydrate und Stickstoffverbindungen erscheint uns heute kaum möglich, weil der Verbrauch und damit auch der Gehalt derselben viel zu sehr von der Temperatur und anderen Außenfaktoren abhängig ist. Man wird sich dabei nach dem Vorgehen von POTTER und PHILLIPS wohl mit Vorteil auf den diesjährigen Zuwachs der Fruchtspieße beschränken, weil sofort große Fehlerquellen eintreten, wenn verschiedenartiges Gewebe zu den Analysen herbeigezogen wird.

Eine scharfe mathematische Fassung dieser Beziehungen wird im übrigen auf experimenteller Grundlage schwerlich erreichbar sein; denn es ist versuchs-technisch so gut wie ausgeschlossen, *alle anderen Faktoren*, welche für die Blütenbildung irgendwie von Bedeutung sind, konstant zu halten, und wir müssen froh sein, wenn wir uns über den wichtigsten Teil dieser Beziehungen eine einigermaßen zutreffende Vorstellung machen können.

Unter diesen anderen Faktoren spielen jedenfalls namentlich der Kali- und Phosphorgehalt (BENECKE 1906) für die Blütenbildung eine wesentliche Rolle. Ob ebenfalls ein Kohlehydrat-Kali- oder ein Kohlehydrat-Phosphor-Verhältnis mit der Blütenbildung in Korrelation steht, und ob diese Korrelationen, falls sie vorhanden sind, ähnlich verlaufen, wie diejenigen zwischen dem Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis und der Blütenbildung, läßt sich auf Grund unserer heutigen Kenntnisse keineswegs erkennen. Die schon früher angeführte Beobachtung von HOOKER (1920), wonach die blütenbildenden Spieße einen größeren Kali- und Phosphorgehalt aufwiesen als die sterilen, läßt das Bestehen solcher Beziehungen vermuten. Doch vermögen wir auf Grund dieser Einzelbeobachtung keine Schlüsse zu ziehen.

D. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch Kulturmaßnahmen.

1. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch die Düngung.

Die Schwierigkeiten der Abklärung dieser Frage. — Der Zeitpunkt der Düngung.

Wir können aus den im vorangehenden Abschnitt besprochenen Versuchen und Untersuchungen schließen, daß die Blütenbildung durch die Baumdüngung weitgehend beeinflussbar sein muß. Aber wir erkennen zugleich auch, daß die Bestimmung der richtigen Düngergabe in jedem praktisch vorliegenden Fall eine schwere Aufgabe ist. Zu den Schwierigkeiten, die schon in der Bestimmung des Nährstoffgehaltes des Bodens liegen, treten noch die Erschwerungen durch die in den Bäumen selbst begründete Mannigfaltigkeit. Ein junger, kräftig wachsender Baum stellt wesentlich andere Anforderungen als ein im vollen Ertrag stehender. Ferner müssen wir auch die Periodizität, der unsere

Obstbäume unterworfen sind, berücksichtigen. Eine Düngergabe im Sommer oder Herbst wirkt sich nicht in gleicher Weise aus, wie eine Düngung im Frühjahr.

Wir sind deshalb auch nicht erstaunt, wenn uns in der Literatur über die Düngung der Obstbäume die denkbar größten Widersprüche entgegentreten. Wir haben beispielsweise im vorangehenden Abschnitt gesehen, daß eine durch Stickstoffdüngung hervorgerufene Erhöhung des Stickstoffgehaltes in den Fruchtspiessen bei einem jungen, kräftig wachsenden Baum die Blütenbildung verhindern kann, während die gleiche Maßnahme bei einem älteren, in voller Tragbarkeit stehenden Baum das Fruchtholz kräftigt und in Verbindung damit die Zahl der entstehenden Blütenknospen vermehrt. Dabei dürfen wir offenbar bei älteren Bäumen, die kein wesentliches Wachstum mehr zeigen, recht bedeutende Stickstoffmengen zuführen, ohne damit das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis unter die kritische Grenze zu drücken. Im übrigen dürfen wir nicht vergessen, daß durch die Düngung schwachwüchsiger Bäume nicht nur die einzelnen Fruchtspieße so gekräftigt werden können, daß sie zur Blütenbildung befähigt werden, daß vielmehr auch die Ausbildung neuer Zweige möglich wird, die später ihrerseits zur Blütenbildung gelangen. So fand beispielsweise CRANE (1924) die relative Menge der Blütenknospen nach Stickstoffdüngung bei Pfirsichbäumen nicht vermehrt, dagegen die absolute Menge infolge Vergrößerung des Baumgerüsts.

Über die Beeinflussbarkeit der Blütenbildung unserer Obstbäume durch andere Mineralstoffe, insbesondere durch Phosphorsäure und Kali, wissen wir nichts Bestimmtes. Wir können uns aber ableiten, daß bei Mangel an einem dieser Grundstoffe unvollkommene Ausbildung des Fruchtholzes und damit im Zusammenhang eine Hemmung der Blütenbildung eintreten muß. Da wir zudem wissen, daß eine Vorratsdüngung mit diesen Elementen die Lebenstätigkeit der Obstbäume nicht ungünstig beeinflußt, werden wir dafür besorgt sein, daß sie in den Böden immer in ausreichender Menge vorhanden sind.

Da die Differenzierung der Blütenknospen auf eine kurze Zeitspanne, die in unseren Gegenden in die Monate Juli und August fällt, beschränkt ist, haben wir ferner die Frage zu prüfen, *wann* eine Düngung, mit der man die Blütenknospenbildung zu fördern beabsichtigt, noch Erfolg verspreche. Zu diesem Zweck kommen in erster Linie frühjährliche Düngungen in Frage. Einen interessanten Versuch hat RALSTON (1921) durchgeführt, indem er in monatlichen Intervallen, beginnend am 1. März, je mit einer Gabe von Chilesalpeter düngte. Das Wachstum, und damit die Kräftigung des Fruchtholzes, wurde namentlich durch die Gaben in den Monaten März, April und Mai gefördert. Aber auch die Junidüngung hatte noch einen recht bedeutenden Einfluß auf die Ausbildung des Fruchtholzes, dagegen nicht mehr die späteren Gaben. Wir werden in den nächsten Abschnitten sehen, daß die Blütenbildung sich auch durch die Ringelung nur bis Anfang Juni beeinflussen läßt. Die Entscheidung, ob sich in einer Knospe Blüten bilden oder nicht, fällt somit auf eine wesentlich frühere Zeit als die ersten unter dem Mikroskop zu beobachtenden Anfänge selbst. Ist diese Zeit überschritten, so ist die Beeinflussung der Blütenbildung für das laufende Jahr verpaßt.

2. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch die Veredlungsunterlage.

Verminderung der Zufuhr von Mineralstoffen durch schwachwüchsige Veredlungsunterlagen. — Stauung der Kohlehydrate. — Das vorzeitige Altern der auf schwachwüchsigen Unterlagen stehenden Bäume. — Die möglichen Kombinationen von Unterlage und Edelreis in bezug auf den Wuchs.

Die Verwendung schwachwüchsiger Unterlagen im Obstbau hat vor allem den Zweck, kleine Formen zu erhalten, deren gute Pflege leichter ist als die-

jenige von Hochstämmen, und die in kleinen Parzellen, wie sie den Gartenbesitzern im allgemeinen zur Verfügung stehen, nicht allzuviel Platz beanspruchen. Die Wirkung der schwachwüchsigen Wurzel bezieht sich aber nicht nur auf das Wachstum, sondern auch auf die Ausbildung von Blüten und die Entwicklung der Früchte. Schwachwüchsige Wurzeln vermögen naturgemäß einem Boden von bestimmter Zusammensetzung weniger Mineralstoffe zu entnehmen als starkwüchsige. Dies hat zur Folge, daß die Stickstoffzufuhr zu den Ästen eine verhältnismäßig geringe bleibt. Dadurch erreicht das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis frühzeitig den für die Differenzierung von Blütenknospen nötigen Grenzwert. Bäume auf schwachwüchsiger Unterlage erreichen daher ihre Tragbarkeit unter sonst gleichen Bedingungen früher als solche auf starkwüchsiger. Dazu kommt noch, daß die schwachwüchsigen Wurzeln zu ihrem Wachstum wenig Kohlehydrate verbrauchen, so daß die Versorgung der oberirdischen Teile verhältnismäßig reicher wird und frühzeitig im Herbst ihren Abschluß findet. Wir beobachten deshalb vielfach an der Veredlungsstelle eine Wulstbildung des Edelreises, die zum größten Teil der Stauung von Kohlehydraten zuzuschreiben ist, zum Teil aber auch dem Umstand, daß hier zwei nicht identische Gewebe zusammentreffen, deren Verschmelzung zu einer Gewebewucherung führt.

Auf schwachwüchsige Unterlagen veredelte Bäume erreichen aber auch vorzeitig jenen anderen Schwellenwert, bei dem die Stickstoffversorgung mangelhaft wird und das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis sein Optimum für die Blütenbildung bereits überschritten hat. Die Bäume sind dann, wie wir schon wissen, sehr schwachwüchtig, und das Fruchtholz ist wenig kräftig. Wir können in solchen Fällen durch energischen Rückschnitt die Bildung von neuem Holz und eine relative Kräftigung der Bäume erreichen. Doch hilft uns diese Maßnahme nicht über die Tatsache hinweg, daß Bäume auf Zwergunterlage zwar frühreif, aber kurzlebig sind. Wir rechnen denn auch in unseren Gebieten bei Birnbäumen auf Quitten- und Apfelbäumen auf Paradiesunterlage mit einem durchschnittlichen Baumalter von bloß 25—30 Jahren, während unsere auf starker Wurzel wachsenden Feldobstbäume vielleicht 100 und mehr Jahre erreichen können.

Wir wollen die denkbaren Kombinationen zwischen Edelreis und Unterlage kurz überblicken und dabei die extremen Verbindungen in den Vordergrund stellen. Wir finden dann:

1. *Unterlage schwachwüchtig — Edelreis schwachwüchtig.* Solche Bäume müssen extrem schwachwüchtig und kurzlebig sein. Eine gewisse Blühwilligkeit ist zwar vorhanden, aber die Bäume sind infolge eines zu kleinen Baumgerüstes nicht leistungsfähig. Sie sind nur für kleinste Formen in offenem, gut gedüngtem Boden verwendbar, etwa für Schnurbäume oder für die Bekleidung von Wänden mit Eintriebern. Das Fruchtholz muß von Zeit zu Zeit gehörig verjüngt werden, damit ihm die nötige Wuchskraft erhalten bleibt. Wir veredeln schwachwüchtige Sorten lieber auf etwas kräftigere Unterlagen.

2. *Unterlage schwachwüchtig — Edelsorte starkwüchtig.* Diese Bäume setzen mit der Blütenbildung später ein als diejenigen der ersten Gruppe, weil das kräftige Edelreis die Wurzeln zu einer verhältnismäßig hohen Leistung veranlaßt. Die Bäume sind wüchsiger und leben länger. Sie stellen zudem an die Erneuerung des Fruchtholzes durch den Schnitt nicht so große Anforderungen. An der Veredlungsstelle erscheint das Edelreis viel kräftiger als die Unterlage. Als typisches Beispiel für diese Gruppe kann etwa die Veredlung von Gellerts Butterbirne (Hardys Butterbirne) auf Quitte gelten.

3. *Unterlage starkwüchtig — Edelreis schwachwüchtig.* Diese Kombination finden wir gelegentlich in auffälliger Ausbildung bei Feldobstbäumen. Sie ist

dadurch gekennzeichnet, daß der Teil über der Veredlungsstelle einen geringeren Durchmesser aufweist als derjenige unterhalb derselben. Solche Bäume haben eine reichliche Versorgung mit Mineralstoffen bei einem kleinen Baumgerüst. Man sollte deshalb meinen, daß die Bildung von Blütenknospen und damit die Fruchtbarkeit in Frage gestellt seien. Doch trifft dies nicht zu. Gerade infolge der geringen Wuchskraft des Edelreises wird die Mineralstoffzufuhr nicht für das Triebspitzenwachstum, sondern vielmehr für die Ausbildung und Kräftigung des Fruchtholzes verwendet. Solche Bäume sind daher im Betrieb sehr wohl tauglich, und die Verwendung schwachwüchsiger Sorten im Feldobstbau ist nur auf kräftigen Unterlagen möglich.

4. *Edelreis starkwüchsig* — *Unterlage starkwüchsig*. Bei solchen Bäumen setzt die Tragbarkeit erst sehr spät ein. Sie sind aber langlebig. Die Wurzeln ernähren die oberirdischen Teile sehr gut, und diese ermöglichen ihrerseits durch die reichliche Ablieferung von Assimilaten ein vorzügliches Wurzelwachstum. Eine frühere Tragbarkeit solcher Bäume kann nur durch Kunstgriffe erreicht werden.

Zwischen diesen vier extremen Gruppen sind natürlich alle Übergänge vorhanden. Diese spielen sogar in der Praxis eine größere Rolle. Aus dem Gesagten kann man sich ihr Verhalten leicht ableiten. Im übrigen hängt die erforderliche Wuchskraft der Unterlage auch von der Bodenbeschaffenheit und Art und Weise der Kultur ab. Im Rasen stehende Obstbäume verlangen kräftigere Unterlagen als solche in offenem Boden. So kann der Wuchs einer bestimmten Edelsorte auf Splitapfel im gut gedüngten Garten allzu stark werden, während die gleiche Kombination für den Feldobstbau viel zu schwachwüchsig wäre.

3. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch Förderung oder Hemmung der Assimilation.

Versuche mit künstlicher Beschattung. — Die Bedeutung des Auslichtens der Baumkronen. — Versuche mit künstlicher Entblätterung. — Die Bedeutung der Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten.

Wir haben in einem früheren Abschnitt gesehen, wie wesentlich eine möglichst kräftige Assimilation für das Gedeihen unserer Obstbäume ist. Da die Blütenbildung weitgehend von der Versorgung des Fruchtholzes mit Assimilaten abhängt, haben wir die damals besprochenen Faktoren auch in diesem Zusammenhang zu überblicken. Es wurden in den letzten Jahren einige wichtige Arbeiten veröffentlicht, in welchen diese Beziehungen zwischen Assimilation und Blütenbildung näher untersucht sind. Sie beziehen sich auf den Einfluß von *Beschattung* und *Entblätterung*, also auf die negative Seite der Frage.

KRAYBILL (1922, 1923) berichtet über Beschattungsversuche mit Apfel- und Pfirsichbäumen. Zwei zwölfjährige, reichlich blühende Apfelbäume der Sorte Herzogin von Oldenburg wurden im Frühjahr 1917 mit Baumwollstoff eingehüllt und während 2 Jahren dieser Beschattung ununterbrochen ausgesetzt, während zwei gleichaltrige Bäume zur Kontrolle unbeschattet blieben. 1918 blühten die beschatteten Bäume nur noch wenig und 1919 entfaltete der eine noch 12 Blütenbüschel, während der andere gar nicht blühte. Die Kontrollbäume hatten dagegen zahlreiche Blütenknospen gebildet. Die Beschattung hemmte also die Differenzierung von Blüten sehr wesentlich. Ein ähnlicher Versuch wurde 1919 und 1920 mit zwei Pfirsichbäumen durchgeführt. Die beschatteten Bäume entwickelten wiederum viel weniger Blütenknospen als die unbeschatteten.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9. Zusammensetzung des Gewebes von beschatteten und unbeschatteten Apfel- und Pfirsichzweigen nach KRAYBILL. Für die Untersuchung wurde beim Apfelbaum ein- und zweijähriges Gewebe, beim Pfirsichbaum nur einjähriges verwendet. Die Kohlehydrate sind als Dextrose berechnet. Die Zahlen bedeuten Prozent des Trockengewichtes.

Material	Entnahme	Behandlung	Trockengewicht	Totalstickstoff	Reduzierender Zucker	Hydrolisierbare Kohlehydrate
Apfel	26. Juni	Beschattet	40,46	1,08	0,69	13,61
„	„	Unbeschattet	45,30	0,57	0,86	—
„	21. Juli	Beschattet	39,15	0,99	0,46	8,25
„	„	Unbeschattet	49,66	0,56	0,50	16,75
Pfirsich	3. September	Beschattet	37,21	0,99	2,84	21,25
„	„	Unbeschattet	39,31	0,78	3,45	22,15

Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung, daß die Beschattung überall zu einer bedeutenden Verminderung des Trockengewichtes, also zu einer Steigerung des Wassergehaltes geführt hat. Auch der Stickstoffgehalt wurde erhöht. Dagegen führte die Beschattung zu einer erheblichen Verminderung des Gehaltes an hydrolysierbaren Kohlehydraten, also wahrscheinlich auch des Stärkegehaltes, und des Zuckergehaltes. Die Ergebnisse stehen folglich mit der Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie der Blütenbildung vollständig in Übereinstimmung.

AUCHTER und seine Mitarbeiter (1926) führten in der Versuchsanstalt von Maryland ähnliche Versuche mit jungen tragbaren Apfelbäumen der Sorte Stayman Winesap durch. Sie beschatteten die Bäume ebenfalls während zweier aufeinanderfolgender Vegetationsperioden mit Baumwollstoff. Die Blütenbildung wurde total unterdrückt, das Längenwachstum der Zweige dagegen gefördert. Aber die Zweige waren dünner und ihr Holz reifte schlecht aus. Der Stärkegehalt der Endzweige und Fruchtspieße der beschatteten Bäume war wesentlich geringer als derjenige der unbeschatteten. Bei einem Baum der Sorte Grimes Golden war nur die eine Hälfte der Krone mit Baumwollstoff eingeschlossen worden. Sie reagierte auf die Beschattung ebenso stark wie die völlig in Baumwollstoff eingehüllten Kronen, während sich die nicht eingeschlossene Kronenhälfte völlig normal verhielt. Diese Versuche bestätigen also diejenigen von KRAYBILL und stehen ebenfalls in völliger Übereinstimmung mit unserer Ansicht über die Ursachen der Blütenbildung.

Unter ähnlichen Bedingungen wie die in Baumwollnetze eingeschlossenen Versuchsbäume stehen *die beschatteten Zweige im Innern dichter Baumkronen*. Die dichtstehenden Zweige des Kronenrandes verhindern also das im Innern der Krone gelegene Fruchtholz an der Blütenbildung. Wir ersehen daraus noch einmal mit aller Deutlichkeit, wie wichtig eine lockere Krone für die Fruchtbarkeit unserer Obstbäume sein muß.

Ähnlich wie die Beschattung wirkt auch die *Entblätterung*. HARVEY und MURNEEK (1921) entblättern zwischen dem 12. und 19. Juni in OREGON eine sehr große Zahl von Fruchtspießen verschiedener Apfelsorten. Die entblätternen Spieße ergaben nur zu 40—60% Blütenknospen, wenn die Blütenknospenbildung der nicht entblätternen Kontrollspieße gleich 100% gesetzt wird. Die Forscher glauben dies auf eine geringe, für die verschiedenen Sorten ungleiche Individualität der Fruchtspieße zurückführen zu können. Wahrscheinlich liegen aber die Verhältnisse so, daß sich im warmen Klima von OREGON die Entblätterung um die Mitte des Monats Juni deshalb nicht mehr völlig auszuwirken vermochte, weil die Vorbereitungen für die Differenzierung der Blüten schon begonnen hatten und nicht mehr unterbrochen werden konnten. Wäre die Entblätterung etwa um einen Monat früher vorgenommen worden, so hätte sie wohl eine vollkommene Verhinderung der Blütenbildung zur Folge gehabt.

Etwas anders disponierte ROBERTS (1923) seine Versuche. Er entfernte an diesjährigen, blühbaren Pflaumenzweigen je das andere Blatt. Wenn er die Blätter am 12. Juli entfernte, so entwickelten sich die in ihren Achseln gelegenen Knospen nie zu Blütenknospen. Je später er den Eingriff vornahm, desto geringer wurde der Einfluß auf die Blütenbildung. Die Entblätterung vom 12. August hatte keinen Einfluß mehr auf die Zahl der Blütenanlagen. Aber die Blütenknospen blieben kleiner als die in den Achseln von Blättern sitzenden. Auch das Abschneiden von Teilen der Blattspreite und das Durchschneiden des Hauptnerves der Blätter führten zu ähnlichen Ergebnissen.

Der Einfluß der Entblätterung auf den Chemismus der Zweige ist sehr ähnlich demjenigen der Beschattung. Nach HARVEY und MURNEEK (1921) und HARVEY (1923) war der Wassergehalt größer, ebenso der Gehalt an löslichem und unlöslichem Stickstoff, als in den Kontrollzweigen. Dagegen war der Gehalt an hydrolysierbaren Kohlehydraten wesentlich geringer und deshalb auch das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis wesentlich niedriger. Auffallend mag auf den ersten Blick erscheinen, daß die entblätterten Zweige mehr reduzierende Zucker enthielten als die unbehandelten. Doch haben wir schon bei früheren Gelegenheiten gesehen, daß dieser Zahl wenig Bedeutung zukommen kann, weil sie offenbar von allerlei sekundären Einflüssen sehr weitgehend abhängig ist. Die Zahlen von HARVEY und MURNEEK sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10. Chemische Zusammensetzung von beschatteten und unbeschatteten Fruchtspießen des Apfelbaumes. (Nach HARVEY und MURNEEK.)

Gehalt an	Jonathan		Grimes		Wagener	
	Kontrolle	entblättert	Kontrolle	entblättert	Kontrolle	entblättert
Wasser	54,8	57,0	53,1	55,7	56,2	57,4
Reduzierender Zucker	1,99	2,35	2,20	2,52	2,22	2,64
Rohrzucker	0,92	0,97	0,97	1,09	0,99	0,97
Nitratstickstoff	0,036	0,090	0,026	0,071	0,066	0,083
Löslicher Stickstoff	0,135	0,304	0,101	0,214	0,175	0,227
Unlöslicher Stickstoff	0,875	0,974	0,708	0,797	0,868	0,928
Total Stickstoff	1,010	1,278	0,809	1,011	1,043	1,155
Hydrolysierbare Polysaccharide .	26,78	25,09	27,35	25,56	26,04	25,05
Total Kohlehydrate	29,61	28,41	30,52	29,17	29,25	28,66
Total Kohlehydrate : Total Stickstoff	29,3	22,2	37,7	28,8	28,1	25,7

Auch diese Beobachtungen stehen mit der eingehend besprochenen Auffassung, wonach dem Gehalt an Kohlehydraten und Stickstoff für die Blütenbildung eine große Bedeutung zukommt, völlig in Einklang.

Zerstörungen des Blattwerkes durch Hagelschlag, parasitische Pilze oder tierische Schädlinge müssen sich gleich auswirken wie die künstliche Entblätterung. Vorbeugende Maßnahmen, wie die Baumbespritzung mit Schwefelkalkbrühe gegen den Schorfpilz (*Fusicladium*) der Apfel- und Birnbäume, oder gegen den Schrotschußpilz (*Clasterosporium*) der Steinobstarten, oder die Behandlung mit arsenhaltigen Fraßgiften gegen den Frostspanner und andere tierische Schädlinge, oder die Anwendung von Leimringen sind daher geeignet, indirekt auch die Blütenbildung wesentlich zu fördern.

4. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch Ringelung und Strangulierung.

Ein Ringelungsversuch. — Einfluß der Ringelung auf den Chemismus der Äste. — Wann kommt die Ringelung als praktische Maßnahme in Betracht?

Wir verstehen unter „Ringeln“, „Ringelung“ oder „Ringelschnitt“ das Herausschneiden eines Ringes von Rinde und Bast an einem Stamm, Ast oder

Zweig. Dieser Eingriff gehörte schon frühzeitig zu den Kunstgriffen der Obstgärtner, um die Früchte zu vollkommener Ausbildung zu bringen, oder um unfruchtbare Bäume zur Blütenbildung zu zwingen. Der Ringelschnitt spielt aber auch in der physiologischen Literatur eine große Rolle, weil es mit seiner Hilfe gelingt, die Abwärtsbewegung der Assimilate zu unterbinden, wie wir bereits in einem früheren Abschnitt ausführlich gesehen haben.

Es kann sich hier nicht darum handeln, die große Literatur über die Ringelung zusammenzustellen. Die Wirkungsweise dieses Eingriffes soll vielmehr anhand einiger weniger Arbeiten, die sich auf Obstbäume beziehen, dargelegt werden, soweit sie mit der Blütenbildung im Zusammenhang steht.

Wir wollen von einem Versuche ausgehen, den MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) im Frühjahr und Sommer 1922 durchführten. Als Versuchsbäume wurden drei jüngere, kräftig wachsende Hochstämme der Sorte Schöner von Boskoop gewählt, die das tragbare Alter erreicht hatten, aber noch recht wenig Blütenknospen ausbildeten. Diese Bäume zeigten im Frühjahr 1922 einige Blütenknospen, und zwar Baum 6 am meisten, Baum 3 am wenigsten. Nun wurden am 12. April, 8. Mai, 10. Juni, 11. Juli und 17. August je einige 1—3 cm dicke Äste geringelt, und die Wunden sogleich sorgfältig mit Baumwachs verstrichen. An einigen der geringelten Äste entwickelten sich Früchte, bald vereinzelt, bald recht zahlreich. Der Versuch vermag uns daher Aufschluß zu geben über die Bedeutung des Zeitpunktes der Ringelung für die Blütenbildung, über den Einfluß von Früchten auf die Blütenbildung an geringelten Ästen, über die Wirkung der Ringelung auf die Ausbildung von Früchten und ferner auch über die Ausreifung des Holzes, wenn Früchte vorhanden sind und wenn solche fehlen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Wir ersehen aus dieser Zusammenstellung mit aller Deutlichkeit, daß die Ringelung nur in den Monaten April, Mai und Juni eine Blütenknospenbildung verursachte, nicht aber im Juli und August. Die ersten beobachtbaren Anfänge der Blütendifferenzierung entstanden, wie sich aus Beobachtungen an anderen Bäumen im gleichen Jahre ableiten läßt, etwa um den 20. Juli. Die Ringelung muß also schon etwa einen Monat vor dem Zeitpunkt der Blütenanlage ausgeführt werden, wenn sie eine Blütenbildung verursachen soll. Zu den gleichen Ergebnissen führten auch die Untersuchungen von DRINKARD (1915), BARKER und LEE (1919) und SHAW (1922). SWARBRICK (1927) hält auf Grund seiner Versuche die zweite Hälfte des Monats Mai als den günstigsten Zeitpunkt für die Ringelung.

Eine nachträgliche, außerhalb der normalen Periodizität liegende Blütendifferenzierung konnte durch die Ringelung nicht verursacht werden. Wohl aber wirkte sich an den im Juli und August geringelten Ästen die Ringelung, nachdem sie bereits verwachsen war, im nächsten Jahr aus, weil offenbar das Wundgewebe für die Ableitung der Assimilate als genügendes Hindernis wirkte.

Es ist ferner aus der Zusammenstellung ersichtlich, daß auch eine rechtzeitig ausgeführte Ringelung die Blütenknospenbildung nicht hervorzurufen vermag, wenn am geringelten Ast im Verhältnis zu seiner Größe zahlreiche Früchte ausgebildet werden. Die Nr. 13b—14b, 32a und 50a lassen diese Beziehungen deutlich erkennen. Die gleiche Beobachtung machte auch SHAW.

Über den Einfluß der Ringelung auf die Ausbildung der Früchte werden wir in einem anderen Zusammenhang ausführlich zurückkommen. Hier sei nur erwähnt, daß ihre Ausbildung an geringelten Ästen bei bestimmter Astgröße von ihrer Zahl abhängig ist. Sind nur sehr wenige Früchte vorhanden, so reifen sie vorzeitig und erreichen übernormale Größe, sind dagegen sehr viele vorhanden, so bleiben sie klein und reifen spät.

Tabelle II. Zusammenstellung der Ergebnisse eines Ringelungsversuches von MÜLLER-THURGAU und KOBEL.

k = kleine Früchte, n = normale, g = große, sg = sehr große.

Datum der Ringelung	Ast Nr.	Baum Nr.	Astdicke cm	Zahl der Früchte	Zustand der Blätter am 4. September	Blütenknospen 4. April 23	Blattknospen 4. April 23	Blütenknospen %
12. April	12a	3	I	0	stark verfärbt, viele abgefallen	20	15	57
12. „	12b	3	I	0	stark verfärbt, viele abgefallen	14	11	56
12. „	12c	3	I ¹ / ₂ -2	3 n	normal grün	29	38	43
12. „	12d	3	I ¹ / ₂ -2	0	stark verfärbt, viele abgefallen	30	25	55
12. „	12e	3	2-2 ¹ / ₂	0	stark verfärbt, viele abgefallen	70	80	47
12. „	13a	6	I	1 n	normal grün	12	16	43
12. „	13b	6	I ¹ / ₂	5 k	normal grün	0	30	0
12. „	13c	6	I ¹ / ₂ -2	7 n	normal grün	4	67	6
12. „	13d	6	I ¹ / ₂ -2	4 n	normal grün	8	92	8
12. „	13e	6	2-2 ¹ / ₂	13 n	normal grün	8	130	6
12. „	14a	7	I	7 k	normal grün	2	43	4
8. Mai	30a	3	I	0	stark verfärbt, fast alle abgefallen	21	14	60
8. „	30b	3	I	2 n	normal grün	12	19	39
8. „	30c	3	I ¹ / ₂	0	deutlich verfärbt, zum Teil abgefallen	37	28	57
8. „	30d	3	2	0	deutlich verfärbt, zum Teil abgefallen	60	48	56
8. „	31b	6	I ¹ / ₂ -2	2 sg	normal grün	58	42	53
8. „	31c	6	I ¹ / ₂ -2	3 g	normal grün	28	50	36
8. „	31d	6	2 ¹ / ₂ -3	5 g	normal grün	102	88	54
8. „	32a	7	I ¹ / ₂	5 n	normal grün	0	30	0
8. „	32b	7	2 ¹ / ₂	5 sg	normal grün	37	84	31
10. Juni	49a	3	I	0	schwach verfärbt	14	13	52
10. „	49b	3	I ¹ / ₂	0	stark verfärbt, die meisten abgefallen	35	33	52
10. „	49c	3	2 ¹ / ₂	0	alle abgefallen	50	60	45
10. „	49d	3	4	2 sg	normal grün	150	140	52
10. „	50a	6	I	1 n	normal grün	1	18	5
10. „	50b	6	I ¹ / ₂	3 n	normal grün	18	50	25
10. „	50c	6	3-4	5 sg	zuoberst etwas verfärbt	70	160	32
10. „	51a	7	I ¹ / ₂	2 sg	normal grün	8	38	17
10. „	51b	7	2 ¹ / ₂ -3	3 sg	ein Seitenast ohne Früchte schwach verfärbt	30	90	25
10. „	51c	7	3 ¹ / ₂	13 g	normal grün	16	200	7
11. Juli	55a	3	I	0	stark verfärbt, zum Teil abgefallen	0	x	0
11. „	55b	3	I ¹ / ₂	0	stark verfärbt, zum Teil abgefallen	0	x	0
11. „	55c	3	2	0	verfärbt	0	x	0
11. „	55d	3	2 ¹ / ₂ -3	0	verfärbt	0	x	0
11. „	56a	6	—	13 n	normal grün	1	über 100	—
11. „	56b	6	—	1 g	schwach verfärbt	2	30-40	—
11. „	56c	6	—	10 n	normal grün	3	ca. 150	—
11. „	57a	7	—	0	stark verfärbt, fallen ab	} wie übriger Teil des Baumes vereinzelte Blütenknospen		
11. „	57b	7	—	0	stark verfärbt, fallen ab			
11. „	57c	7	—	1 n	deutlich verfärbt			
17. Aug.	58a	3	—	0	deutlich verfärbt	0	x	0
17. „	58b	3	—	0	deutlich verfärbt	0	x	0
17. „	58c	3	—	1 g	an der Spitze verfärbt	0	x	0
17. „	59a	6	—	17 n	normal grün	} wie übriger Teil der Bäume vereinzelte Blütenknospen		
17. „	59b	6	—	3 n	normal grün			
17. „	59c	6	—	0	deutlich verfärbt			
17. „	60a	7	—	1 k	schwach verfärbt			
17. „	60b	7	—	0	schwach verfärbt			
17. „	60c	7	—	2 n	an der Spitze verfärbt			

Schließlich ergaben sich auch auffallende Einflüsse der Ringelung auf den Laubfall. An geringelten Ästen, welche keine Früchte trugen, verfärbte sich das Laub vorzeitig. Die Untersuchung ergab, daß solche Blätter schon am frühen Morgen prall mit Stärke gefüllt waren. Es ist also eine Überfüllung mit Kohlehydraten vorhanden. Solche vorzeitige Herbstverfärbung einzelner Äste kann man gelegentlich auch beobachten, wenn Krebschäden oder eingewachsene Etikettendräfte die Ableitung der Assimilate hemmen. Entwickelte sich dagegen an den geringelten Ästen eine namhafte Zahl von Früchten, so zeigte sich diese vorzeitige Herbstverfärbung nicht, offenbar weil die von den Blättern aufgebauten Kohlehydrate von ihnen verwertet wurden, so daß keine vorzeitige Überfüllung des Astes zustande kommen konnte.

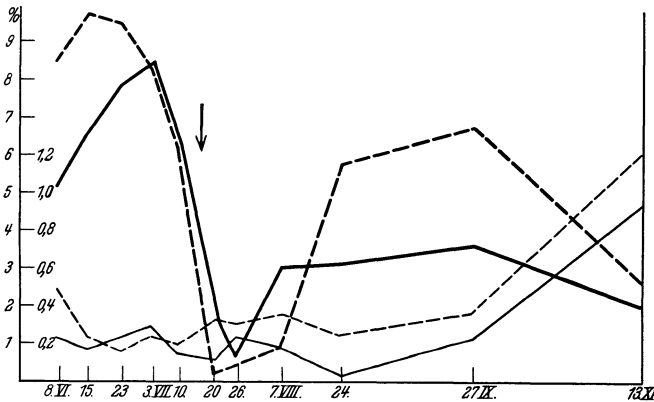
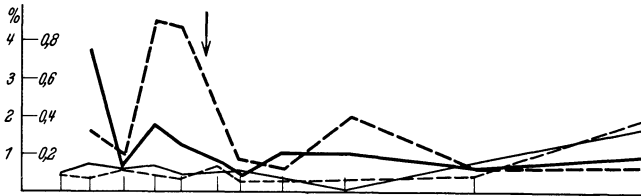


Abb. 24. Graphische Darstellung des Totalzuckergehaltes und der hydrolysierbaren Kohlehydrate in Endzweigen der Apfelsorte Schöner von Boskoop im Verlauf eines Jahres. Die unteren Kurven beziehen sich auf Rinde + Bast, die oberen auf Holz + Mark. Die Zahlen auf der Ordinate bedeuten Prozent des Frischgewichtes (der innere Maßstab für den Zuckergehalt, der äußere für den Gehalt an hydrolysierbaren Kohlehydraten). Die Pfeile geben den Zeitpunkt der Blütenbildung an. - - - - - = Gehalt an hydrolysierbaren Kohlehydraten im geringelten, ————— = im ungeringelten Zweig. - - - - - = Totalzuckergehalt im geringelten, ————— = im ungeringelten Zweig. (Aus MÜLLER-THURGAU u. KOBEL.)

Im Verlauf der Vegetationsperiode wurde zuerst alle 8 Tage, dann in größeren Intervallen je ein geringelter und ein möglichst ähnlicher Kontrollzweig geschnitten und in Rinde und Bast, sowie Holz und Mark je für sich der Totalzuckergehalt und die Menge der hydrolysierbaren Kohlehydrate bestimmt. Die Ringelung wirkte sich in einer früheren und stärkeren Stärkespeicherung aus. Die Stärke wurde allerdings während des Johannistriebes, also in der Zeit, in die auch die Blütendifferenzierung fällt, weitgehend aufgebraucht. Nach einiger Zeit trat in Rinde und Bast auch eine zwar nicht sehr erhebliche, aber konstante Steigerung des Zuckergehaltes auf. Die Kurven, die sich aus dieser Untersuchung ergaben, sind in Abb. 24 wiedergegeben.

Weitere chemische Untersuchungen, die sich auf die Ringelung beziehen, verdanken wir SUMMERS (1922/1923), KRAYBILL (1922, 1923), CURTIS (1923)

und HARVEY (1923). Die Ergebnisse der verschiedenen Forscher stimmen mit Ausnahme kleiner Einzelheiten, die zur Hauptsache auf ungleiche Versuchstechnik zurückzuführen sind, miteinander überein. Ich greife einige Zahlen von KRAYBILL heraus. Dieser Forscher ringelte am 1. Juni 1919 drei siebenjährige Stämme der Apfelsorte McIntosh ungefähr 20 cm über der Erde. Diese Ringelung hatte eine bedeutende Vermehrung der Blütenknospenbildung zur Folge. KRAYBILL analysierte dann zu verschiedenen Zeiten die Endzweige dieser Bäume, und zwar beschränkte sich die Untersuchung auf die in den beiden letzten Jahren gewachsenen Teile.

Tabelle 12. Chemische Zusammensetzung der Endzweige von geringelten und nichtgeringelten Apfelbäumen nach KRAYBILL.

Die Kohlehydrate sind als Dextrose berechnet. Die Zahlen bedeuten Prozent des Trockengewichts.

Behandlung	Datum der Entnahme	Trockensubstanz	Total-Stickstoff	Reduzierender Zucker	Hydrolysierbare Kohlehydrate
Geringelt . . .	26. Juni 1919	43,19	0,63	1,59	3,24
Ungeringelt . . .	26. „ 1919	36,91	0,98	1,13	6,50
Geringelt . . .	25. Juli 1919	54,30	0,52	0,40	24,12
Ungeringelt . . .	25. „ 1919	49,49	0,52	0,44	14,58
Geringelt . . .	1. Juni 1920	47,02	0,55	1,28	22,01
Ungeringelt . . .	1. „ 1920	46,40	0,56	1,14	21,72
Geringelt . . .	8. Juli 1920	47,11	0,42	1,83	24,54
Ungeringelt . . .	8. „ 1920	45,00	0,49	1,53	23,96
Geringelt . . .	4. Sept. 1920	52,27	0,57	0,99	19,56
Ungeringelt . . .	4. „ 1920	42,57	0,63	1,17	18,88
Geringelt . . .	31. März 1921	46,71	1,30	—	17,02
Ungeringelt . . .	31. „ 1921	50,58	1,05	—	13,00

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, ergab die erste Untersuchung am 26. Juni 1919 in den geringelten Zweigen einen niedrigen Wasser- und Stickstoffgehalt und einen höheren Gehalt an reduzierendem Zucker. Auffallenderweise war dagegen der Stärkegehalt bzw. Gehalt an hydrolysierbaren Kohlehydraten in den geringelten Zweigen niedriger. Diese merkwürdige Beobachtung, über die KRAYBILL stillschweigend hinweggeht, steht nicht vereinzelt da. Auch MÜLLER-THURGAU und KOBEL fanden in den geringelten Zweigen *zeitweise* den Gehalt an hydrolysierbaren Kohlehydraten niedriger als in den ungeringelten. Diese Erscheinung hängt wohl mit einem zeitweise erhöhten Verbrauch während des Johannistriebes zusammen. Schon am 25. Juli 1919 war dagegen der Gehalt an hydrolysierbaren Kohlehydraten in den geringelten Zweigen wieder bedeutend erhöht. Der Wassergehalt war immer noch wesentlich niedriger und der Gehalt an reduzierendem Zucker und an Stickstoff ungefähr gleich. Die Zahlen aus den Jahren 1920 und 1921 zeigen, daß die Ringelung den Chemismus eines Baumes noch nach 1—2 Jahren zu beeinflussen vermag. Eine Herabsetzung des Stickstoffgehaltes durch die Ringelung haben auch HARVEY (1923), CURTIS (1923) und SUMMERS (1922/23) beobachtet.

Fassen wir die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an geringelten Zweigen zusammen, so können wir feststellen, daß bei rechtzeitiger Ringelung im allgemeinen zur Zeit der Blütenknospendifferenzierung der Wasser-, Stickstoff- und Aschengehalt niedriger, der Gehalt an Stärke und Zucker dagegen höher ist als in ungeringelten. Das Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis wird also durch die Ringelung ebenfalls erhöht. Die Förderung der Blütenbildung durch rechtzeitige Ringelung an nicht fruchttragenden Bäumen steht demnach mit der Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie der Blütenbildung in vollständiger Übereinstimmung.

Wir müssen hier noch einen Punkt, der in einem Teil der Ringelungsliteratur eine große Rolle spielt, auf die immer beobachtbare Verminderung des Wassergehaltes in geringelten Zweigen, zurückkommen. Einige Forscher möchten diese „höhere Konzentration des Zellsaftes“ als wesentlichen Faktor für die Blütenbildung ansehen. Sie wirkt ohne Zweifel auf die Blütenbildung begünstigend ein; doch dürfen wir nicht so weit gehen, die Wirkung der Ringelung in erster Linie auf die gehemmte Wasserzufuhr zurückzuführen. Die Verminderung des Wassergehaltes kann zwar teilweise durch die Beschädigung und Verstopfung der Gefäße, teilweise auch durch die mit der Entfernung des Cambiums zusammenhängende Verunmöglichung der Ausbildung eines neuen Jahrringes erklärt werden. Aber eine bedeutende Wirkung bei der Erhöhung der Trockensubstanz und Verminderung des Wassergehaltes kommt entschieden auch der Vermehrung der Kohlehydrate selbst zu. Wie groß dieser Betrag ist, könnte man durch vergleichende Ringelungs- und Strangulierungsversuche herausfinden. Durch die bloße Einschnürung von Rinde und Bast wird wohl der

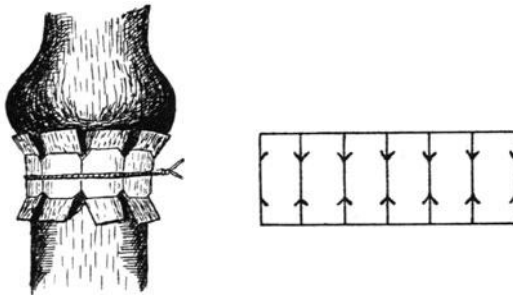


Abb. 25. Fruchtgürtel. Rechts: der mit Einschnitten versehene Zinkblechstreifen. Links: ein Stamm nach der Strangulierung. Oberhalb des Gürtels hat sich ein Rindenwulst gebildet. (Nach POENICKE aus MOLISCH.)

Wassertransport im Holz nicht wesentlich beeinflusst, wohl aber die Ableitung der Assimilate. Gerade solche Strangulierungsversuche vermögen uns deshalb zu zeigen, daß die Wirkung der Ringelung in erster Linie auf einer Erhöhung des Kohlehydratgehaltes und erst in zweiter Linie auf einer Verminderung der Wasserzufuhr beruht. Wirksamer als diese dürfte im übrigen die mit ihr verbundene Verminderung der Mineralstoffaufnahme sein.

Es bleibt uns noch die Frage zu prüfen, ob die Ringelung oder Strangulierung als Maßnahmen zur Erhöhung der Blütenbildung auch in der Praxis angewendet werden können, oder ob sie nur als physiologische Experimente Bedeutung haben. Diese Frage war lange umstritten, weil die Wirkungsweise der Ringelung nicht oder ungenügend bekannt war, und sie daher oft zu ungeeigneter Zeit und an ungeeigneten Bäumen ausgeführt wurde, so daß Mißerfolge unvermeidlich waren. *Ringelung oder Strangulierung kommt als Maßnahme zur Förderung der Blütenbildung nur bei allzu starkwüchsigen, nicht blühwilligen Kernobstbäumen in Frage. Sie muß im Frühjahr nach dem Austrieb, spätestens aber in den ersten Tagen des Juni ausgeführt werden.* Will man die Blühwilligkeit durch Ringeln erzwingen, so dürfte es von Vorteil sein, die einzelnen Hauptäste, vielleicht nicht alle im gleichen Jahr, zu ringeln. Ein Verstreichen der $\frac{1}{2}$ —1 cm breiten Wunde mit Baumwachs ist notwendig. Wählt man dagegen die Strangulierung mit dem Fruchtgürtel, so kann man diesen sehr wohl am Stamm anbringen. Man wird ihn unbedingt spätestens anfangs Mai anlegen, da eine gewisse Zeit vergeht, bis er die Rinde wirksam einschnürt. Als Fruchtgürtel verwendet man nach der Vorschrift von POENICKE am besten einen Zinkblechstreifen, der an den beiden Seiten senkrechte Einschnitte hat. Dieser wird mit Hilfe eines Drahtes fest um den Stamm geschlungen (Abb. 25). Wächst nun der Stamm in die Dicke und beginnt der Gürtel zu wirken, so beginnt sich namentlich auf der oberen Seite ein Rindenwulst zu bilden. Die Gefahr, daß der Gürtel in diesen einwächst, ist nicht groß, da die einzelnen Lappen zwischen den Einschnitten des Gürtels nach außen ausweichen. Immer-

hin ist bei Anwendung des Fruchtgürtels, wie auch der Ringelung, eine ständige Kontrolle im Verlauf des Sommers notwendig, damit nicht etwa durch Wundinfektionen Schädigungen entstehen, oder durch Reißen des Drahtes oder vorzeitiges Verwachsen der Ringelung die Maßnahme erfolglos bleibe. Zur ständigen Praxis dürfen aber die beiden Maßnahmen nicht werden; sie kommen einzig gelegentlich als wirksames Korrektiv in Frage.

5. Die Beeinflussung der Blütenbildung durch den Baumschnitt.

Die Kronengestaltung bei Feldobstbäumen. — Baumschnitt und Blütenbildung bei Zwergobstbäumen. — Beeinflussung der chemischen Verhältnisse durch den Baumschnitt. — Wirkung des Schnittes bei starkwüchsigen und schwachwüchsigen Bäumen. — Blühwilligkeit und Schnitt junger Bäume.

Über den Wert und die Bedeutung des Baumschnittes wird sehr viel geschrieben. Eine befriedigende Einstellung zu dieser Frage läßt sich aber nur erreichen, wenn wir den Einfluß des Schnittes auf die wichtigsten Lebensäußerungen des Baumes kennen. Bevor man aber darauf im einzelnen eingehen kann, muß man sich daran erinnern, daß durch jeden Schnitt eine Verwundung des Baumes verursacht wird. Aus den durchschnittenen Leitelementen des Holzes und des Bastes könnten wertvolle Stoffe austreten. Zudem könnten die Wunden durch Fäulnispilze infiziert werden. Unsere Kern- und Steinobstbäume sorgen, im Gegensatz etwa zum Walnußbaum, für einen raschen Wundverschluß, indem in den verwundeten Gefäßen dicht verschließende Pflöpfen einer gummiartigen Substanz ausgeschieden werden, die wahrscheinlich aus der in der Nähe der Schnittwunde abgelagerten Stärke entsteht. SWARBRICK (1927) hat diesen Wundverschluß eingehend untersucht und beobachtet, daß er in den Monaten Mai bis August rasch, im September und Oktober nur langsam und vom November bis zum April gar nicht stattfindet. Wenn aber der englische Forscher daraus ableitet, daß der Frühjahrs- und Sommerschnitt dem Winterschnitt vorzuziehen sei, so muß dem entgegengehalten werden, daß während der warmen Vegetationszeit die Austrocknung der Wunden viel gefährlicher ist, und daß zudem die Gefahr der Infektion durch Pilze mit steigender Temperatur ebenfalls zunimmt. Auch ist zu berücksichtigen, daß durch den Schnitt nach dem Austrieb Verluste von wertvoller Substanz entstehen, da die in den Wurzeln, Stämmen und dicken Ästen aufgespeicherten Reservestoffe bereits verbraucht sind und mit den abgeschnittenen Teilen verlorengehen.

Die Auswirkungen des Baumschnittes auf die Blütenbildung sind mannigfaltig, und es ist nicht leicht, sich darüber eine befriedigende Vorstellung zu machen. Bei den *Feldobstbäumen* liegen die Verhältnisse allerdings recht einfach. Hier kann sich der Schnitt nur auf die Kronengestaltung erstrecken, während ein eigentlicher Fruchtholzschnitt aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht kommt, und ein Grünschnitt sich nur ausnahmsweise bei frisch gepflanzten oder stark verjüngten Bäumen als notwendig erweist. Man wird sich also darauf beschränken, durch ein richtiges Auslichten für gesundes Fruchtholz auch im Innern der Krone zu sorgen. Ferner wird man junge, allzu langes Triebwachstum aufweisende Bäume durch Rückschnitt zur Bildung von Verzweigungen zwingen und ältere schwachwüchsige Bäume durch gehörigen Rückschnitt des alten Holzes verjüngen. Der Schnitt der Feldobstbäume ist also in erster Linie als Maßnahme zur Erleichterung der Assimilation durch richtige Gestaltung der Krone und in zweiter Linie als Mittel zur Kräftigung des Fruchtholzes durch Verjüngung zu betrachten. Wenn man sich diese Tatsachen gegenwärtig hält,

kann eine zweckmäßige Kronenbehandlung der Feldobstbäume keine Schwierigkeiten bieten.

Komplizierter liegen dagegen die Verhältnisse im *Gartenobstbau*. Man könnte sich hier mit dem gleichen Verfahren begnügen, wie im Feldobstbau und sich auf gelegentliche Auslichtung und Erneuerung des Fruchtholzes beschränken. Es hat in den letzten Jahren, besonders unter dem Einfluß von POENICKE, nicht an Stimmen gefehlt, die diesen Weg als gangbar erklärten und den straffen Fruchtholzchnitt nach irgendeiner Methode verwarfen. Tatsächlich wird auch jeder, der in der Theorie und Praxis des Zwergobstbaues nicht sattelfest ist, mit diesem Vorgehen weit bessere Erfahrungen machen als mit einem verpuschten Fruchtholzchnitt nach einer mißverstandenen oder sinnlos angewandten Methode. Wenn wir die dichten Besen betrachten, die nur zu oft in den Liebhabergärten von den Besitzern selbst oder auch von Gärtnern erzogen werden, können wir leicht zu Gegnern des Fruchtholzchnittes werden. Bei einem richtigen Vorgehen gewinnt man aber zu den in der Verbesserung der Assimilation und in der Bildung von neuem Holz gegebenen Vorteilen noch weitere erwünschte Vorzüge. Wir können durch individuelle Behandlung der einzelnen Zweige und Fruchtholzsysteme den Raum noch wesentlich besser ausnutzen und durch den Sommerschnitt den Aufbau des Fruchtholzes noch weiter begünstigen. Es gelingt uns, kurzes Fruchtholz zu erziehen, an dem die Früchte fester sitzen. Wir begünstigen die alljährliche Tragbarkeit und erhöhen zudem noch den Zierwert der Bäume. Dabei muß uns aber klar sein, daß nicht die sklavische Befolgung einer noch so guten Schnittmethode zum Ziele führen kann, sondern einzig eine möglichst genaue Kenntnis der Lebensvorgänge unserer Bäume, die uns in jedem praktisch vorliegenden Fall die beste Maßnahme ableiten läßt.

Bevor wir auf einige Einzelheiten eingehen, wollen wir anhand der Arbeit von HOOKER (1924) sehen, in welcher Weise der Baumschnitt die *chemischen Verhältnisse* der Zweige verändert. Diese Beobachtungen machen uns die Reaktion des Baumes auf den Schnitt verständlich. HOOKER untersuchte zwei Wochen nach dem Schnitt, der am 3. April erfolgte, bei fünfjährigen Jonathanapfelbäumen die Umgebung der Schnittstellen. Er fand den Wasser- und Stickstoffgehalt wesentlich erhöht gegenüber entsprechenden Zweigstücken von nicht geschnittenen Bäumen. Der Zucker- und Stärkegehalt war dagegen in den geschnittenen Zweigen geringer als in den Kontrollen. Aber schon eine kurze Strecke hinter dem Schnitt, im zweijährigen Holz, war sowohl der Kohlehydratgehalt als auch der Stickstoffgehalt unverändert. Wir ersehen aus diesen Angaben die wichtige Tatsache, daß die Auswirkung des Schnittes auf die chemische Zusammensetzung nur eine *lokale* ist, daß aber in der nächsten Umgebung der Schnittstelle die Veränderungen derart sind, daß das vegetative Wachstum begünstigt wird. Wir verwundern uns deshalb nicht, daß als auffälligste Wirkung des Schnittes ein starker Austrieb derjenigen Knospe zu beobachten ist, welche der Schnittstelle am nächsten liegt, und daß sich der Einfluß nur noch auf wenige weiter rückwärts gelegene Knospen erstreckt.

Die Reaktion eines Baumes auf den Winterschnitt hängt weitgehend von seinem Alter und Ernährungszustand ab. Ein Rückschnitt an einem Ast eines sehr triebigen Baumes veranlaßt hinter der Schnittstelle die Bildung einer Anzahl neuer Triebe. Wenn nicht ein gehöriger Grünschnitt folgt, so entstehen dichte Besen, die nicht im geringsten zu Fruchtbarkeit neigen. Man kann solche Bäume schließlich durch starkes Pinzement einigermaßen zu Fruchtholz- und Blütenbildung zwingen, weil durch die vielen Schnittwunden Wucherungen des Rinden- und Bastgewebes entstehen, die sehr speicherungsfähig für Assimilate sind, und

zudem auf die Ableitung derselben in ähnlicher Weise hemmend einwirken, wie die Ringelung und Strangulierung. Doch erkaufte man eine solche Wirkung mit sehr viel Arbeit, und man würde, wenigstens beim Kernobst, sehr oft mit Ringelung oder Strangulierung eher am Ziel sein. Daß man bei solchen Bäumen die Düngung einstellt und überhaupt Schnitt und Düngung nicht unabhängig voneinander ausführt, erscheint selbstverständlich.

Ganz anders verhält sich ein schwachwüchsiger Baum. Der Schnitt wird ihn vielleicht kaum zum Austrieb der äußersten Knospen veranlassen. Dagegen wird das Fruchtholz gekräftigt, weil die in den Ästen, im Stamm und in den Wurzeln gelagerten Reservestoffe nun einer kleineren Zahl von Knospen zur Verfügung stehen. Hier kann also der Schnitt, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den starkwüchsigen Bäumen, direkt eine Blütenbildung auslösen.

Der *Sommerschnitt* oder *Grünschnitt* hat den Zweck, die Reaktion der Bäume auf den Winterschnitt auszuwerten. Alle nicht erwünschten Triebe werden entfernt oder eingekürzt, und an geeigneten Stellen die Bildung von neuem Fruchtholz veranlaßt. Eine direkte Wirkung auf die Differenzierung der Blüten ist nur bei frühzeitig vorgenommener Sommerbehandlung denkbar. Ein Ende Juni oder später ausgeführter Sommerschnitt wird so wenig wie die zu dieser Zeit vorgenommene Ringelung die Bildung von Blütenknospen auszulösen vermögen. Man wird aber vor allem auch bestrebt sein, diejenigen Blattbüschel, in denen sich Blütenknospen ausbilden sollen, durch Entfernung der jungen Triebe vor Beschattung zu bewahren.

Wie GRUBB (1922) in ausführlichen Versuchen mit 13 verschiedenen Apfelsorten nachwies, setzen junge Bäume um so früher mit der Blütenbildung ein, je weniger sie geschnitten werden. Der Schnitt reizt zu vermehrtem vegetativem Wachstum, durch welches die zur Einleitung der Blütenbildung notwendigen Kohlehydrate verbraucht werden. Die Stärkespeicherung beginnt denn auch, wie CAMERON (1923) bei Williams Christbirne und bei Aprikosenbäumen nachwies, bei geschnittenen Exemplaren bedeutend später als bei ungeschnittenen. Man darf sich aber durch diese Beobachtungen nicht dazu verleiten lassen, den Schnitt von jungen Bäumen zu vernachlässigen. Hier besteht die wichtigste Aufgabe in der Schaffung eines zweckmäßigen Kronengerüsts, das wir nur durch geschickten Schnitt erhalten können. Im übrigen hängt die Fruchtbarkeit nicht nur von der Zahl der ausgebildeten Blütenknospen, sondern auch von der Menge der entwickelten Früchte ab, und wir werden bei einer späteren Gelegenheit sehen, daß durch den Baumschnitt unter Umständen der Fruchtansatz gehoben werden kann.

6. Der Wechsel von Ausfallsjahren und Tragjahren.

Verminderter wirtschaftlicher Wert abwechselnd tragender Bäume. — Wie können abwechselnd tragende Bäume zu alljährlicher Tragbarkeit umgestimmt werden?

Wir finden häufig Bäume, die im einen Jahr überreichlich Früchte tragen und im nächsten leer stehen, und diese Periodizität in der Folge beibehalten. Seltener beobachtet man, daß der eine Teil der Äste eines Baumes im einen Jahr blüht und die übrigen im folgenden, so daß am gleichen Baum zwei verschiedene Periodizitäten zu finden sind. Gelegentlich wechseln auch je zwei Ausfallsjahre mit einem Tragjahr ab.

Die Erscheinung des Wechsels von Trag- und Ausfallsjahren tritt am auffälligsten beim Apfelbaum auf, ist aber auch beim Birnbaum nicht selten und kann auch bei einigen Steinobstarten, am schönsten vielleicht beim Pfirsich, beobachtet werden. Beim Kirschbaum findet man sie dagegen nicht in auf-

fälliger Weise. Die meisten Obstpflanzler schenken diesem Wechsel geringe Aufmerksamkeit, geben sich mit der Ernte alle zwei Jahre zufrieden und gönnen im übrigen dem Baum seine Ruhe.

Untersuchen wir den Wechsel von Trag- und Ausfallsjahren etwas näher, so sehen wir bald ein, daß diese Auffassung nicht gerechtfertigt ist. Die Früchte der übermäßig großen Ernten sind meist klein, schlecht ausgereift und mangelhaft gefärbt, also mehr oder weniger minderwertig. Nach HOOKER (1925) soll zudem unter sonst gleichen Bedingungen die einmalige Ernte eines abwechselnd tragenden Baumes durchschnittlich auch quantitativ geringer sein als die Summe zweier Ernten eines nur mäßig, aber alljährlich tragenden Baumes. Im Tragjahr erschöpfen sich die Bäume und sind nicht fähig, eine ordentliche Menge von Reserven aufzuspeichern. Dies äußert sich auch darin, daß im Tragjahr das Laub lange an den Bäumen verbleibt, was ein sicheres Zeichen dafür ist, daß das Holz nicht richtig ausreift. Die Beobachtungen von HOOKER (1925) und anderen, daß abwechselnd tragende Bäume im Frühling des Ausfallsjahres schwächer austreiben als im Tragjahr, in dem sie eine große Menge von Blüten zu ernähren haben, erscheint daher nicht auffällig. Ein richtiges Wachstum ist also weder im Ausfalls- noch im Tragjahr möglich, und solche Bäume leiden beständig Mangel. Es ist daher verständlich, daß gerade schwache Bäume und schwachwüchsige Sorten, wie Wintergoldparmäne, Baumanns Reinette, Weißer Klarapfel u. a. m. besonders stark zum abwechselnden Tragen neigen.

Es ist jedenfalls für den Obstpflanzler empfehlenswert, die abwechselnd tragenden Bäume durch geeignete Kulturmaßnahmen in alljährlich tragende überzuführen, und wir haben die Aufgabe, nach brauchbaren Methoden zu suchen. Wir könnten, namentlich bei kleinen Baumformen, vorerst daran denken, im Tragjahr einen Teil der Blüten und jungen Früchte zu entfernen, damit der Fruchtansatz nicht allzu groß werde, und neben der Ausbildung der Früchte auch noch eine Blütenbildung möglich sei. Über die Wirkung dieses Auspflückens auf die Blütenbildung ist man recht gut unterrichtet. EWERT (1915) entfernte bei einem 45jährigen Goldparmänenbaum alle Blüten und erzielte eine vollständige Umstimmung der Periodizität: der Baum bildete noch im gleichen Jahr, in dem er ohne Eingriff wohl zahlreiche Früchte, aber keine Blütenknospen entwickelt hätte, eine große Menge von Blütenknospen aus. Als aber EWERT (1925) später diesen Versuch an einem jungen Baum der gleichen Sorte wiederholte, war kein Erfolg zu beobachten. ROBERTS (1920) stellte fest, daß das Auspflücken der Blütenknospen die Bäume zur Blütenbildung veranlaßte, nicht aber das Auspflücken der jungen Früchte. AUCHTER und SCHRADER (1923) kamen zu dem gleichen Schluß. Sie machen über die verschiedenen behandelten Äste eines Baumes folgende Angaben:

Blüten 1919 im Knospenstadium entfernt	—	1920 bilden	37 %	des Fruchtholzes	Blüten
Blüten mitten in der Blütezeit entfernt	—	1920	„	32 %	„ „ „
Früchte zur Zeit des Junifalls entfernt	—	1920	„	5 %	„ „ „
Früchte bis zur Ernte am Baume belassen	—	1920	„	1 %	„ „ „

Als Kulturmaßnahme im großen hat dieser Eingriff keine Bedeutung, und wir müssen nach andern Wegen suchen, um die abwechselnde Tragbarkeit in alljährliche überzuführen. Eine sichere Umstimmung kann nach den Versuchen von ROBERTS (1920) durch einen geeigneten Baumschnitt erreicht werden. Der amerikanische Forscher entfernte im Winter vor dem Ausfallsjahr viele kleine Äste und Zweige seiner abwechselnd tragenden Bäume. Dadurch wurde die Bildung von neuen Zweigen verursacht, an denen sich aber im Sommer des gleichen Jahres keine oder nur wenig Blütenknospen auszubilden vermochten, wohl aber im folgenden Jahr, in dem nach der alten Periodizität keine Blütenbildung statt-

gefunden hätte. Die gleiche Wirkung erzielt man auch, wenn man einfach eine gehörige Verjüngung vornimmt, die ohnehin bei den schwachwüchsigen Bäumen meist am Platze sein wird.

Einen andern Weg schlug HOOKER (1925) ein. Er düngte seine abwechselnd tragenden Apfelbäume der Sorte York in vier aufeinanderfolgenden Jahren jeweils im September mit Stickstoff. Die Bäume begannen ein stärkeres Triebwachstum. Das Fruchtholz wurde gekräftigt und nach und nach auch in den Tragjahren blühfähig. Es wäre wahrscheinlich vorteilhafter, die Düngung nur im Herbst vor, oder im Frühling des Ausfallsjahres vorzunehmen, da eine Düngung von reichlich Blütenknospen tragenden Bäumen, wie wir später sehen werden, den Fruchtansatz noch erhöht und damit die Neigung zum Wechsel von Trag- und Ausfallsjahren eher verstärken muß.

Den besten Erfolg wird man erreichen, wenn man die beiden Methoden kombiniert. Man wird also die schwachwüchsigen, abwechselnd tragenden Bäume im Winter vor dem Ausfallsjahr gehörig verjüngen und diesen Eingriff zudem im folgenden Frühjahr durch eine Düngergabe, in welcher Stickstoff vorherrscht, unterstützen. So gelangen wir nach und nach zu Bäumen, die zugleich mäßiges Wachstum und befriedigende Fruchtbarkeit aufweisen, die also in jenem Zustand sind, den POENICKE als „physiologisches Gleichgewicht“ bezeichnet.

III. Die Fruchtbildung.

A. Die Entfaltung der Blüten.

Die Zeit der Winterruhe und ihre Beeinflussung der Aufblühfolge. — Die Form der Blütenstände. — Dauer der Befruchtungsfähigkeit. — Lang- und kurzgrifflige Apfel- und Birnsorten. — Zahl der Samenanlagen bei den verschiedenen Obstarten. — Relative Aufblühfolge der Obstsorten und ihre Beeinflussung durch Außenfaktoren. — Zusammenstellung der Blütezeit der wichtigsten Obstsorten.

Wir haben in einem andern Abschnitt die Entwicklung der Blütenknospen bis zum Frühjahr verfolgt und gesehen, daß sie bereits zur Zeit der Winterruhe in allen ihren Teilen vorgebildet sind und sich beim Eintritt wärmerer Witterung nur zu entfalten brauchen. Doch sind unsere Obstarten einer obligatorischen Ruheperiode unterworfen. Schneidet man etwa im November Zweige von Obstbäumen ab und stellt sie in Wasser im warmen Zimmer auf, oder stellt man Topfobstbäume ins Gewächshaus, so entwickeln sich weder die Blatt- noch die Blütenknospen. Überläßt man aber die Zweige oder Topfobstbäume sich selbst im Freien bis gegen Neujahr und stellt sie erst dann an die Wärme, so beginnen sie ihre Knospen zu öffnen und die Blüten zu entfalten, trotzdem sich die Blütenknospen in der Zwischenzeit gestaltlich nicht wesentlich entwickelt haben. Dieser Zeit, in welcher der Faktor Wärme allein genügt, um die Entwicklung einzuleiten, geht aber eine Zeit der Nachruhe voraus, in der die Knospen durch bloßes Einstellen in warme Räume nicht zur Entwicklung gebracht werden können, wohl aber, nachdem man die Zweige gewissen Eingriffen unterworfen hat, die als Frühtriebverfahren bekannt sind (Warmwasserbad, Begasung mit Ätherdämpfen, Blausäureverfahren usw.).

Der Beginn des Blühens von im Freien stehenden Bäumen setzt bedeutend später ein als von Spalieren an einer Südwand. Klimatisch günstiger gelegene Gebiete stehen früher im Blütenschmuck ihrer Obstbäume als die weniger begünstigten. PHILLIPS (1922) hat beispielsweise auf Grund sorgfältiger Erhebungen in den Vereinigten Staaten von Amerika ausgerechnet, daß durchschnittlich die Verschiebung der Lage um einen Breitengrad nach Norden den Blühzeit um 4,6 Tage

und die Erhebung über den Meeresspiegel um je etwa 33—34 m um einen Tag verschiebt. Daß dabei durch lokale Einflüsse bedeutende Abweichungen von diesen Mittelwerten verursacht werden, kann man leicht selbst beobachten, und PHILLIPS führt viele solche Fälle an. Die Obstbäume blühen in den schweizerischen Föhntälern bedeutend früher als an Orten der schweizerischen Hochebene mit gleichem Breitengrad und gleicher Meereshöhe. An Südhängen öffnen sich die Blüten eher als in Nordlagen, in „warmen“, sandigen Böden eher als in „kalten“ nassen. Doch handelt es sich bei diesen Angaben nur um Durchschnittswerte, und die einzelnen Obstarten werden durch die klimatischen Verschiedenheiten in sehr ungleicher Weise beeinflusst. In unseren Breiten öffnen sich zuerst die Blüten der Aprikosen, bald gefolgt von denjenigen der Pfirsiche und Mandeln. Nachher erblühen die Kirschen und die verschiedenen Pflaumenformen, dann

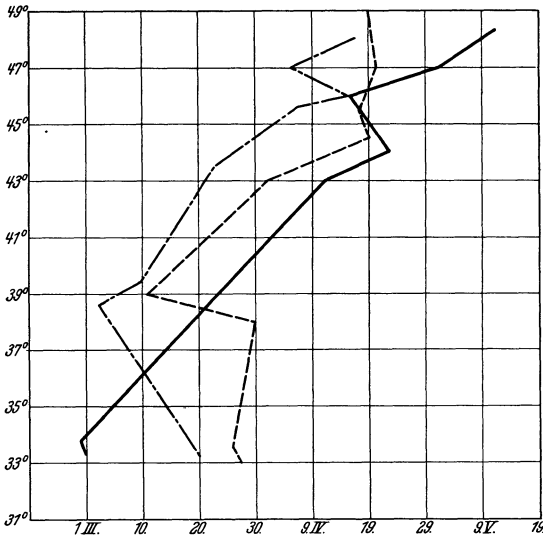


Abb. 26. Verschiebung der Blütezeit bei verschiedener geographischer Breite an der pazifischen Küste der Vereinigten Staaten. Die Daten sind Durchschnittswerte aus 10 Beobachtungsjahren (1902—1911) und sind auf gleiche Meereshöhe reduziert. — = Apfelsorte Yellow Transparent, - - - = Williams Christbirne, - · - · - = Pfirsich Early Crawford. Die Aufblühfolge der drei Obstarten verschiebt sich bei verschiedenen geographischen Breiten. (Nach PHILLIPS.)

die Birnen und Äpfel. Als letzte folgen die Quitten nach. Aus einem Diagramm von PHILLIPS (1922) sehen wir aber, daß die Reihenfolge nicht überall gleich zu sein braucht (Abb. 26). Im Süden der pazifischen Küste von Nordamerika erblüht der Pfirsich anscheinend fast drei Wochen nach dem Apfelbaum, und die Birne folgt erst eine Woche nach dem Pfirsich. Diese für unsere Begriffe sehr merkwürdigen Verschiebungen hängen teilweise damit zusammen, daß die verschiedenen Obstarten ungleiche Anforderungen an die Ruheperiode stellen. Wahrscheinlich ist die Entwicklung der Pfirsichblüten in diesen warmen Gegenden deshalb verzögert, weil die Knospen die nötige Winterruhe noch nicht genossen haben, wenn die wärmere Witterung den Apfelbaum bereits zum Austrieb ver-

anlaßt. Deshalb läßt sich auch, wie wir bereits bei einer andern Gelegenheit gesehen haben (S. 28), die Aufblühzeit an verschiedenen Orten nicht mit Hilfe der Summe der mittleren Tagestemperaturen seit 1. Januar vorausbestimmen. Zu einem andern Teil mögen diese Verschiebungen in der Aufblühfolge auch auf die ungleichen Wachstumsanforderungen der verschiedenen Obstarten im Herbst zurückzuführen sein. So hat beispielsweise BRADFORD (1922) beobachtet, daß die Blütenknospen der Pfirsichsorte Crawford durch abnorm hohe Temperaturen im September in ihrer Entwicklung wesentlich gefördert wurden, während diejenigen der Apfelsorte King sich nicht weiter entwickelten.

Diese Beziehungen zwischen den klimatischen Bedingungen und der Aufblühzeit sind mitbestimmend für die Frage der Anbauwürdigkeit einer Obstart an einem bestimmten Ort. Die frühe Blütezeit der Pfirsich- und Aprikosensorten in unseren nördlichen Obstbaugebieten ist beispielsweise ihrem Anbau im großen hinderlich, weil die durch Frühlingsfröste bedingte Gefahr viel zu groß ist. In manchen Gebieten zieht man spätblühende Apfelsorten beim Anbau

vor, weil sie meist erst erblühen, wenn die gefährlichen Spätfröste der „Eisheiligen“ vorüber sind.

Bevor wir auf die Blühverhältnisse der einzelnen Obstsorten näher eingehen, wollen wir uns die Form der Blütenstände vergegenwärtigen. Bei flüchtiger Betrachtung scheinen diejenigen des Apfel- und Birnbaums in gleicher Weise als Dolden gebaut zu sein. Sie unterscheiden sich aber grundsätzlich in ihrer Aufblühfolge. Bei den Birnsorten öffnet sich die unterste Blüte zuerst, nach und nach gefolgt von den nächst höherstehenden. Obschon, wie OSTERWALDER (1910) hervorhebt, bedeutende Abweichungen vorkommen, ist ihr Blütenstand deshalb als Doldentraube (Corymbus) zu bezeichnen. Bei den Apfelsorten öffnet sich dagegen regelmäßig die Gipfelblüte zuerst; der Blütenstand muß deshalb nach OSTERWALDER als Trugdolde (Cyma) aufgefaßt werden. Die Blütenzahl ist bei den beiden Fruchtarten je nach der Sorte und den Ernährungsverhältnissen verschieden. Einzelne Birnensorten, wie Liegels Butterbirne, können sogar zusammengesetzte Doldentrauben entwickeln, wobei dann die Blüten zweiter Ordnung später zum Aufblühen kommen als diejenigen erster Ordnung.

Die Blüten der Steinobstarten stehen einzeln oder in Büscheln in der Achsel von frühzeitig abfallenden Blattschuppen. Wir übergehen die Einzelheiten, da sie für unsere Fragestellung von geringer Bedeutung sind. Eine eingehende Schilderung der Blütenmorphologie erscheint ebenfalls nicht notwendig. Was wir davon bei der Besprechung der Fruchtbildung nötig haben, werden wir an den passenden Stellen nachholen. Die vielen Abweichungen von der Norm, die bei unseren Obstsorten vorkommen, sind eine bei Kulturpflanzen häufige Erscheinung.

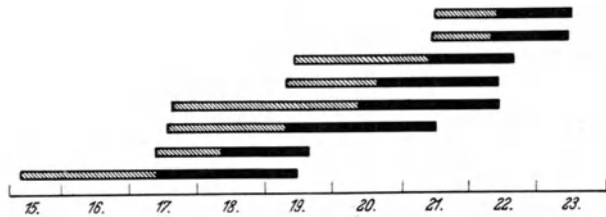


Abb. 27. Schema der Aufblühverhältnisse eines Blütenbüschels der Ananas-Reinette vom 15.—23. Mai. Jede horizontale Strecke stellt die Blütezeit einer einzelnen Blüte dar. Schraffiert sind die weiblichen Phasen mit bestäubungsfähigen Griffeln, aber ungeöffneten Staubbeuteln. Schwach ausgezogen die zwittrigen Phasen. Ananas-Reinette hat verhältnismäßig stark protogyne Blüten. (Nach E. WERTH, etwas abgeändert.)

Um so eingehender wollen wir die physiologischen Verhältnisse besprechen. Der Ernteertrag unserer Obstbäume ist weitgehend von der Dauer der Befruchtungsfähigkeit der einzelnen Blüten abhängig. Wichtige Beobachtungen über diese Fragen verdanken wir unter anderen OSTERWALDER (1910). Die Blütendauer einer Einzelblüte hängt weitgehend mit der Witterung zusammen. Während OSTERWALDER sah, wie sich sämtliche Staubbeutel einer Blüte von Hardenponts Butterbirne an einer Südwand im Verlaufe eines einzigen schönen Tages öffneten, vollzog sich dieser Vorgang bei Blüten von Gute Luise von Avrenches bei kalter, regnerischer Witterung erst im Verlauf von vier bis sechs Tagen. Aus einer Veröffentlichung von WERTH (1925), in der über die Einzelheiten beim Aufblühen viele Angaben gemacht werden, ist Abb. 27 entnommen, die anschaulich darstellt, wie das Aufblühen eines Büschels der Ananas-Reinette vor sich geht. Die schraffierten Strecken bedeuten die „weibliche Phase“, das heißt die Zeit, während der zwar die Griffel empfängnisfähig, aber die Staubbeutel noch nicht geöffnet sind. Diese protogyne Phase ist bei den verschiedenen Sorten ungleich lang. Wir verdanken EWERT (z. B. 1906, 1929) zahlreiche Beobachtungen über diese Frage. Ananas-Reinette gehört zu den ausgesprochen protogynen Formen; denn wie aus dem Diagramm hervorgeht, sind die Griffel der einzelnen Blüten schon 1—3 Tage bestäubungsfähig, bevor sich die Staub-

gefäße öffnen. Diese Protogynie spielt aber praktisch keine Rolle. Sie kann zwar wohl Mittel sein, die Bestäubung mit blüteneigenem Pollen zu hemmen, aber die Bestäubung mit Pollen von andern Blüten desselben Baumes, die sich ja nicht alle zu derselben Zeit öffnen, kann dadurch keineswegs verhindert werden. Eine solche Bestäubung mit sorteneigenem Pollen kommt aber, wie mehrfach durch Versuche gezeigt wurde, bei unseren Obstbäumen physiologisch einer Bestäubung mit blüteneigenem Pollen gleich. Die Verhinderung der Selbstbestäubung wird bei ihnen, wie wir sehen werden, dadurch erreicht, daß die Pollenschläuche im sorteneigenen Griffelgewebe nicht wachstumsfähig sind.



Abb. 28. Verschiedengrifflichkeit bei Apfel- und Birnsorten. Oben links: Birne Gute von Ezée, kurzgrifflig. Oben rechts: Birne Nina, langgrifflig. Unten links: Muskat-Reinette, kurzgrifflig, rechts: Apfel Antonowka, langgrifflig. (Nach EWERT.)

Wie die Öffnung der Staubgefäße, hängt auch die Empfänglichkeit der Narben von der Witterung ab. Sie dauert, wie schon WAUGH (1896—97, 1899) beobachtete, einige Tage, bei Pflaumen 4—6, und ist vorüber, wenn sich die Narben braun verfärben.

EWERT (1906 usw.) hat mehrfach darauf hingewiesen, daß die relative Länge der Griffel und Staubgefäße bei den Apfel- und Birnsorten als typisches Sortenmerkmal zu betrachten sei. Während beispielsweise die Birnsorte Gute von Ezée oder die Apfelsorten Baumanns Reinette und Muskat-Reinette sich durch kurze, die Staubfäden in ihrer Länge nicht übertreffende Griffel auszeichnen, ragen z. B. die Griffel der Birne Nina und der Apfelsorten Edelroter und Antonowka um mehrere Millimeter über die Narben empor (Abb. 28). Andere Sorten verhalten sich mehr oder weniger intermediär. LINDFORS (1922) hat aus Schweden ähnliche Beobachtungen veröffentlicht. EWERT glaubte früher, diese Erscheinung der Ungleichgrifflichkeit von *Primula* und anderen heterostylen Blütenpflanzen an

die Seite stellen zu dürfen. Er vermutete, daß diejenigen Sorten, die Staubbeutel und Griffel auf derselben Höhe entwickeln, zu Selbstbefruchtung neigen. EWERT überzeugte sich aber durch eigene Versuche, daß bei diesen beiden Obstarten der morphologischen Heterostylie keine physiologische Ungleichheit entspricht. Auch die Jungfernfrüchtigkeit hat mit dieser Erscheinung nichts zu tun, und wir müssen sie daher mit OSTERWALDER (1910), der selbst für diese Art von Verschiedengrifflichkeit eine Reihe von Beobachtungen beibringt, als erblich fixierte Sorteneigentümlichkeit auffassen, die mit der Physiologie der Befruchtung in keinerlei Zusammenhang steht.

Die Samenanlagen sind bei den Birnsorten an der Basis von fünf Fruchtblättern zu je zwei angeordnet. Bei Apfelsorten, besonders bei kalvillartigen, sind oft vier oder gar sechs Samenanlagen in jedem Fruchtblatt enthalten, so daß die Zahl der Samen bei ausreichender Befruchtung zehn weit übersteigen kann. Bei den Quitten finden sich in jedem Fach zahlreiche Samenanlagen. An dem einzigen Fruchtblatt der Steinobstblüten bilden sich zwar regelmäßig zwei Samenanlagen aus. Davon ist aber normalerweise die eine funktionslos.

In gleicher Weise wie die Dauer einer einzelnen Blüte ist naturgemäß auch die Blütezeit eines ganzen Baumes weitgehend von der Witterung abhängig. Bei anhaltend schönem Wetter ist ein Baum im Verlauf einer Woche fast völlig abgeblüht, während sich der Blühet bei schlechtem Wetter wochenlang hinziehen kann. Beobachtungen über diese Fragen liegen beispielsweise von CHITTENDEN (1911), PHILLIPS (1922) und CRANDALL (1924) vor. Der letztgenannte Beobachter glaubt, daß die Temperatur der wichtigste Faktor für die Gestaltung der Blühverhältnisse sei, daß aber die Blühdauer der einzelnen Sorten, wie auch die Reihenfolge des Aufblühens der verschiedenen Sorten noch von vielen anderen Einflüssen abhängen, die nicht leicht zu überblicken seien. Auch die Beobachtungen von ELLENWOOD (1925) führen zu denselben Schlüssen.

Da, wie wir später sehen werden, die meisten unserer Obstarten und -sorten zu den Fremdbefruchtern gehören, ist es für den Obstbau von großer Wichtigkeit, zu untersuchen, welche Sorten ein und derselben Obstart gleichzeitig blühen, denn nur bei gleicher Blütezeit ist eine gegenseitige Befruchtung denkbar. Die Wichtigkeit dieser Frage ist schon seit langem erkannt worden, und es fehlt nicht an Beobachtungen. Es fragt sich nur, ob die *relative* Blütezeit der verschiedenen Sorten in verschiedenen Jahren und an verschiedenen Orten so weitgehend konstant sei, daß man die in einem bestimmten Jahr und an einem bestimmten Ort gemachten Beobachtungen verallgemeinern darf. Diese Frage ist eingehend von CHITTENDEN (1911) untersucht worden. Er kommt, wie auch andere, die sich damit beschäftigt haben, zum Schluß, daß im einzelnen die Blütezeiten sehr weitgehend von der Witterung in den betreffenden Jahren und von den klimatischen Bedingungen der betreffenden Orte abhängig sind, daß aber die *relativen* Blütezeiten der verschiedenen Sorten sich immer ungefähr gleichbleiben. Er verarbeitete die ihm aus den verschiedenen Gebieten vorliegenden Angaben, indem er die ganze Blütezeit einer Obstart in 4 Teile einteilte und dann feststellte, in welcher Periode jede Sorte an jedem Ort blühte. Die erste Periode umfaßt die sehr früh- und frühblühenden, die zweite die früh- bis mittel-, die dritte die mittel- bis spät- und die vierte die spät- bis sehr spätblühenden. Sorten, deren Blütezeit sich deutlich der nächstniedrigeren Gruppe näherte, sind mit einem „—“, solche, die sich der nächsthöheren näherten, mit einem „+“ bezeichnet. Ich gebe die Zusammenstellung CHITTENDENS sehr gekürzt wieder, indem ich mich nur auf diejenigen Sorten beschränke, die an wenigstens 4 Orten, wovon mindestens zwei außerhalb Englands liegen, untersucht wurden. Die Angaben von Wye und Bedfordshire beruhen nur auf ein-

jährigen Beobachtungen. Die Zusammenstellung stützt sich auf die Veröffentlichungen von BEDFORD und PICKERING (1910) für Woburn, HOOPER (1911) für Wye, WATKINS für Herefordshire, WALLIS (1911) für Viktoria, HEDRICK (1908) für Neuyork, LEWIS und VINCENT (1909) für Oregon und PRICE (1905) für Virginien, sowie direkte Mitteilungen aus Sowbridgeworth und eigene Beobachtungen CHITTENDENS in Wisley.

Tabelle 13. Zusammenstellung der relativen Blütezeiten von Apfelsorten an verschiedenen Beobachtungsorten nach CHITTENDENS.

Sorte	Wisley (Engl.)	Sow- bridge- worth (Engl.)	Woburn (Engl.)	Wye (Engl.)	Hereford- shire (Engl.)	Victoria (Austra- lien)	NewYork (USA.)	Oregon (USA.)	Virginia (USA.)
Bismarck	2 +	1	2	1	1	2	3 —	—	—
Herzogin v. Oldenburg .	1	1	1	1	1	1	2 —	1	1
Dutch Mignonne = Kasseler Reinette . .	—	2 +	2	3	—	—	2	3	—
Kaiser Alexander . . .	4 —	2 +	—	—	3 —	2	3	—	2
Hausmutterapfel . . .	4	4	3 +	2	4 —	—	4	—	4
Mr. Gladstone	4 —	3	3	1	1 +	2	3	—	—
Gravensteiner	1	—	2	1	1 +	2	1	1	1
Keswik Codlin	1 +	2 —	2	—	1	—	1	3	2
Roter Astrachan . . .	1 —	1	1	—	1 —	2 —	3 —	1	1
Kanada-Reinette . . .	3 +	3 +	3 +	—	3	3 —	2 +	3 +	—
Ribston Pepping . . .	2	3	2	1	3 —	2	4	—	—
Zwanzig-Unzenapfel . .	3 +	—	2	2	—	—	1	3	—
Wagener	2 —	2 +	—	1	—	—	2	3	3
Wealthy	3	—	2	—	—	—	3	2 +	3
Williams Favorite . . .	4	3	4 —	—	—	2 +	—	3	—

Wir ersehen aus dieser Zusammenstellung, daß im großen und ganzen die relativen Blütezeiten sich gleichbleiben. Ausnahmen kommen zwar vor, sind aber meist von untergeordneter Bedeutung. Wenn wir berücksichtigen, daß lokale Standortsunterschiede, Verschiedenheiten in der Veredlungsunterlage, Sortenverwechslungen und andere Fehlerquellen in solchen Zusammenstellungen eine Rolle spielen, müssen wir sogar erstaunt sein über das relative Gleichbleiben der Blütezeiten in verschiedenen Erdteilen und in verschiedenen Jahren. Wenn also irgendeine Sorte irgendwo als Frühblüher bekannt geworden ist und wir sie bei uns einführen, so bleibt sie auch bei uns ein Frühblüher. Was hier für die Apfelsorten dargelegt wurde, gilt auch für die Birn- und Steinobstsorten.

CHITTENDENS (1911) hat auch versucht, die relative Aufblühzeit der Sorten *schärfer* zu fassen. Er hat zu diesem Zweck als Ausgangspunkt die Aufblühzeit der Sorte Roter Astrachan genommen und bestimmt, wie viele Tage später die anderen Sorten ihre Blüten öffnen. Aus den Beobachtungen der verschiedenen Jahre wurden dann die Mittelwerte berechnet und so eine gute Zusammenstellung gewonnen. Auch H. KESSLER (1928) hat mit gutem Erfolg den gleichen Weg benutzt, indem er Gravensteiner als zuerstblühende Sorte an die Spitze stellte.

Dieses Verfahren liefert ohne Zweifel die besten Vergleichswerte. Doch können die Zahlen verschiedener Forscher aus verschiedenen Jahren und Orten nicht miteinander verglichen werden, weil die Dauer der Blütezeit von Jahr zu Jahr und Ort zu Ort in sehr breitem Rahmen schwankt. Die Methode erscheint deshalb fast zu gut für die vorhandenen Voraussetzungen. Denn wie HATTON und GRUBB (1924) nachwiesen, kann die Blütezeit einer Sorte unter sonst gleichen Umweltsbedingungen allein durch die Veredlungsunterlage wesentlich verschoben werden. Auch die Baumbehandlung ist von bedeutendem Einfluß. So beob-

achteten HATTON und GRUBB einmal eine Hinausschiebung der Blütezeit von 15 Tagen bei frisch geschnittenen Bäumen gegenüber ungeschnittenen der gleichen Sorte. Sehr auffällige Verzögerungen sah der Verfasser auch mehrfach bei verjüngten Kirschbäumen. Auch scheinen kleine Verschiebungen in der Aufblühfolge der Sorten in verschiedenen Klimaten nicht ganz ausgeschlossen zu sein, wie beispielsweise die Angaben für die Apfelsorten Schöner von Bath und Bismarck vermuten lassen, die von KESSLER zu den Frühblühern, von CHITTENDEN eher zu den mittelspät blühenden gerechnet werden müssen.

Zum Schluß sind die dem Verfasser bekannten Angaben von wichtigen Sorten zusammengestellt. Dabei konnte nicht die genauere Methode von CHITTENDEN zur Anwendung kommen, sondern es wurden früh-, mittelfrüh-, mittelspät- und spätblühende Sorten unterschieden. Wenn sich Sorten in ihrer Blütezeit mehr der nächstspäteren Gruppe nähern, so ist dies durch ein „+“ angedeutet, nähern sie sich der nächstfrüheren, so sind sie mit einem „—“ gekennzeichnet. Sorten mit einem „—“ in der ersten Gruppe sind demnach extreme Frühblüher, solche mit einem „+“ in der letzten ausgesprochene Spätblüher. Über manche wichtige Sorte liegen nur ungenügende Beobachtungen vor. Die in *einer* Gruppe zusammengestellten Sorten dürften sich in ihrer Blütezeit überall decken, so daß sie sich, wenn nicht irgendwelche der noch zu behandelnden Hemmungen vorhanden sind, gegenseitig zu befruchten vermögen. Auch die meisten der Sorten zweier aufeinanderfolgender Gruppen werden sich in ihrer Blütezeit meist noch genügend überdecken. Eigene Beobachtungen im eigenen Gebiete werden natürlich wertvoller sein, und wo sie vorliegen, soll man sich auch mehr auf sie stützen als auf diese Zusammenstellung, die ich bloß als Notbehelf in fraglichen Fällen aufgefaßt wissen möchte.

Die größten Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten ergeben sich bei Apfel- und Kirschbaum, während Pflaumen- (abgesehen von den frühblühenden Formen der *Triflora*-, *Cerasifera*- und *Americana-nigra*-Gruppen) und namentlich Birnsorten viel häufiger zu gleicher Zeit blühen und weniger ausgesprochene Früh- oder Spätblüher aufweisen. Die Angaben über die Blütezeit der Pfirsich-, Mandel- und Aprikosensorten sind nicht zusammengestellt worden, weil die Blütezeit dieser Frühblüher, zumal in unseren nördlichen Gegenden, viel mehr vom Lokalstandort als von der Sorte abhängig wird. Über die Blütezeit der Pfirsichsorten hat NORTON (1918) und über diejenigen der Mandeln TUFTS (1919) wertvolle Angaben gemacht.

Die in Tabelle 14 zusammengestellten Angaben stützen sich auf die Beobachtungen von HOOPER, CHITTENDEN, EWERT, JUNGE, PLANKH (nach EWERT 1929), CRANDALL, DUFOUR, KESSLER, ERNI u. a., die in den im Literaturverzeichnis angeführten Arbeiten enthalten sind. Es sei noch einmal ausdrücklich hervorgehoben, daß eingehendere Beobachtungen Verschiebungen einzelner Sorten von einer Gruppe in eine benachbarte ergeben würden. Die wichtigsten Synonyme wurden berücksichtigt. Doch ist es möglich, daß einzelne Sorten noch unter zwei verschiedenen Namen aufgeführt sind.

Relative Blütezeiten.

Apfelsorten.

Frühblühend.

Astrachan, roter —	Charlamowsky (Borowitzky)	Geheimrat Dr. Oldenburg
Astrachan, weißer —	Damason-Reinette	Geisenheimer Augustapfel
Bismarck +	Early Peach	Golden Spire
Braddicks Nonpareil	Fiessers Erstling +	√√Gravensteiner —

Herzogin von Oldenburg
Irish Peach
Jägers Reinette
Klarapfel, weißer (Weißer
Transparent)

Lady Derby
Liveland Respby
Manks Küchenapfel —
Pfersichroter Sommerapfel
Prinz Nikolaus von Nassau

Roter Margaretenapfel
Tower of Glamis
Transparent von Croncels +
Wädenswiler Rosenapfel

Mittelfrühblühend.

Adersleber Kalvill
Alfriston +
Ananas-Reinette
Antonowka
Api, roter
Barapfel (Schafnase)
Batullenapfel
Baumanns Reinette
Bens Roter
Bietigheimer Roter
Blanche de Melrose
Bohnapfel +
Boston-Reinette
Bramleys Seedling
Brownlees Reinette
Calville de Bovelingen
Calville des Femmes
Calville de St. Sauveur
Cellini +
Claygate Parmäne
Colonel Vaughan
Coulon-Reinette
Cousinot, purpurroter
Cox' Orangenreinette +
Der Böhmer
Devonshire Quarrenden
Doktor Seeligs Pepping
Domino
Doppelter Bellefleur
Duchesse Favorite
Early Rivers
Early Strawberry
Early Victoria
Ecklinville Seedling +
Edelgrauech
Endsleigh Beauty
Englische Spitalreinette
Fearn Pepping
Frogmore Prolific
Fürstenapfel, grüner
Gaesdonker Reinette
Géante de l'Exposition
Gelber Richard
General von Hammerstein
Gold Medal
Granatapfel von Triebnitz

Großherzog von Baden
Hagedornapfel —
Hambleys Seedling
Hanwells Souring
Herbstkalvill, roter
Herbstreinette, graue
Himbeerapfel von Holowaus
Hoarmaed Parmäne
Hoary Morning
Hoffingers Erdbeerapfel
Jacques Lebel +
Kandil Sinap
Kardinal
Karmeliter Reinette
Karoline Augusta
Kerry Pepping
Keswick Küchenapfel —
Kronprinz Rudolf
Landsberger Reinette
Langtons Sondergleichen
Leopold de Rothschild
Lesans Kalvill
Lord Grosvenor +
Lord Hindlip
Lord Suffield +
Mac Intosh
Mélanie Moereman
Minister von Hammerstein
Muskat-Reinette (Margil)
Neustadts gelber Pepping
Noire de Vitry
Notaris Apple
Old Nonpareil
Osnabrücker Reinette
Pearsons Plate
Président Defays Dumonceau
Président Gaudy
Prinz Edward
Radoux
Rambour Mortier
Reinette de Cuzy (Reinette
d'Angleterre)
Reinette von Egermont
Rheinlands Ruhm
Rheinischer Winterrambur +
Reverend W. Wilks

Ribston Pepping
Rosenapfel, virginischer
Rosenapfel, weißer
Ross' Nonpareil
Roundway Magnum bonum
San Jacinto
Scharlachparmäne
Schmittbergs rote Reinette
Schöner von Bath —
Schöner von Boskoop —
Schöner von Clyde
Schöner von Dubois
Schöner von Kent +
Schöner von Miltenberg
Schöner von Nordhausen
Schöner von Norfolk
Schöner von Pontoise
Schweizer Breitacher
Senator
Sommerparmäne
Signe Tillisch +
St. Edmunds Pepping
St. Everard
Stettiner, grüner
Stettiner, roter
Stirling Castle
Striped Beefing
Stürmer Pepping
Summers Goldpepping
Titowka
Wagener
Warners King
Washington
Watcombe Hero
Weidners Goldreinette
Weinachtsparmäne
Wellington-Reinette
White June Eating
Wilerrot
Winter-Quarrenden
Wintertaubenapfel, roter
Wintertaubenapfel, weißer
Wintercitronenapfel +
Yellow Ingestrie
Yorkshire Greening
Zuccalmaglioreinette

Mittelspätblühend.

Adams Parmäne (Möriker)
Allens Everlasting
Allington Pepping —
Baldwin
Bänziger (Amerikaner)
Bedfordshire Findling
Ben Davis —
Berner Rosenapfel —
Bihorel-Reinette
Blue Parmain

Boikenapfel —
Bowhill Pepping
Calville Bois Bunel
Calville Malingre
Charles Ross
Cockle Pepping
Cornish Gilliflower
Danziger Kantapfel
Delicious
Diamond Jubilee

Duke of Devonshire
Dumelows Sämling
Ernst Bosch
Esopus Spitzenberg
Forsters Sämling
Frau Margarete von Stosch
Gelber Bellefleur (Linneous
Pepping)
Goldzeugapfel
Goldreinette, englische

Goldreinette von Blenheim	Loans Parmäne	Schulmeister
Grantomian	London Pepping (Citron	Season House
Graue französische Reinette	d'Hiver, Calville du Roy)	September Beauty
Grenadier	Lord Derby —	Södliapfel
Grimes Golden	Lothringer Rambur	St. Martin
Harberts Reinette —	Manningtons Parmäne	Stones Apple
Hubbards Parmäne	Mrs. Baron	Styman Winesap
James Grieve —	Nathusius Taubenapfel	Tobiasler +
Jonathan	Normänner Pepping	Walthan Abbey
Kaiser Alexander	Orléans-Reinette	Wealthy
Kanada-Reinette (Pariser	Parkers Pepping	Werders Goldreinette
Rambur)	Peasgoods Sondergleichen —	Winesap
Kasseler Reinette (Reinette	Pecks Pleasant	Wintergoldparmäne (King of
de Caux, Dutch Mignonne)	Pitmaston-Reinette	Pippins, Reine des Reinet-
Keulemann	Posson rouge de France	tes)
King of Tompkins County —	Potts Sämling	Winter-Greening
Königinapfel (The Queen)	Prinzenapfel (Melonenapfel),	Winterkalvill, weißer —
Lady Sudeley	Punschapfel	Worcester Parmäne —
Lanes Prinz Albert	Rival —	Wunder von Chelmsford
Langley Pepping	Sauergraeuch —	Wyken Pepping
Lewis Incomparable	Schöner von Havre	Yellow Newton
Livermore Favorite	Schöner von Stoke	Zwanzig-Unzenapfel

Spätblühend.

Alantapfel	Hansuli +	Posson de Hollande
Annie Elisabeth	Hausmutterapfel	Quastress
Bedan des Parts	Hedingerapfel	Rambour Papelin
Bellefleur de Brabant	Herefordshire Beefing	Red June Eating
Belpberger Reinette +	Hessenreuter Blauacher	Reinette de Grez Doiceau
Bossard +	Hollandbury	Reinette Descardre
Brugger Reinette +	Jungfernapfel, roter	Reinette von Breda
Carpentin	König Eduard III.	Rome Beauty
Champagner-Reinette	Königlicher Jubiläumsapfel	Roter Rosmarin
Christy Manson	Königlicher Kurzstiel +	Salomonsapfel
Chüsenrainer	Kupferschmied	Sandringham
Cox' Pomona —	Lady Henniker	Schöner von Surrey
Deutscher Goldpepping	Lord Burghley	Späher des Nordens
Edelapfel, gelber (Golden	Luisenapfel	(Northern Spy)
Noble)	Luxemburger Reinette	Stäiner Rosenapfel —
Edelborsdorfer (Marschans-	Marie Joseph d'Othée	Sternreinette, rote
ker)	Menznauer Jägerapfel —	Surprise
Edelroter	Mister Gladstone	Thomas Rivers
Eiserapfel, roter	Mrs. Phillimore	Thurgauer Weinapfel
Elise Rahtke	Newton Wonder	Tiroler Spitzleederer
Fenchelapfel, goldartiger	Northern Greening	Trierscher Weinapfel
Fraurotacher (Pomme Châ-	Oberdiecks Reinette	Wachsreinette
taigne)	Oberrieder Glanzreinette +	Waldhöfler
Freiherr von Berlepsch	Oetwiler Reinette +	Williams Favorite —
Gascognes Scarlet	Ontario-Reinette —	Winter Majetin
Goldgelbe Reinette	Paroquet	Winterpostoph
Gulderling, langer, grüner	Pine Goldpepping	Wintertaffetapfel, weißer +

Birnsorten.*Frühblühend.*

Alexander Douillard +	Beurré Bennert	Charles Cognée
André Desportes +	Beurré Bronzé +	Clara Frijs
Belle Angevine	Beurré Gendron	Colmar ancien
Belle des Abrés +	Beurré Marcolini	Comtesse de Paris —
Bergamotte Crassane	Blanche Claude	Conseiller Pardon
Bergamotte de Montuel	Bleekers Meadow	D'Adam
Bergamotte Fortunée	Blutbirne (Fleischbirne) +	De Chypre
Besi de Chaumontel	Brockworth Park	Dewis Prem
Besi de St. Vaast	Bunte Julibirne +	Doktor Capron
Beurré Bachelier +	Canada	

Kobel, Obstbau.

Doppelte Philippsbirne (Doyenné Bousoch)	Jeanne d'Arc	Prof. Bazin
Dowton	Juli-Dechantsbirne (Doyenné d'été) +	Reine des Hâtives
Epargne (Jargonelle)	Kieffer	Rousselet d'Anvers
Epine Dumas	Lawson	Salzburger Birne
Erzbischof van Hons	Leconte	Sanguine de France
Eugène Appert	Liegels Winterbutterbirne	Sanguine d'Italie
Fidéline	Lindauer Butterbirne	Sorlus
Figure d'Alençon	Marie Guise	Sucrée de Montluçon
Fondante de Cuerne	Marie Margritha	Tardive de Torpe
Frangipane	Monchallard	Tavenier de Boulogne
Geheimrat Dr. Thiel +	Napoléon Savinien +	Weilersche Mostbirne
Giffards Butterbirne	Präsident Bartmann Lüdicke	Willermoz
Gute von Ezée +	Präsident Parigot	Winter-Dechantsbirne
Herzogin Elsa	Präsident Roosevelt	(Doyenné d'hiver, Beurré Easter)

Mittelfrühhühend.

Achrental	Calebasse Oberdieck	Hochfeine Butterbirne +
Adolphe Fouquet	Celina Jacobs	Hofrats Butterbirne —
Alexander III.	Charles Ernest	Holzfarbige Butterbirne (Fon- dante des Bois)
Alexander Lambré	Chaumontel	Howell
Alexander Lucas	Citron des Carmes	Internationale
Amanlis Butterbirne (Hubart)	Clairgeau +	Jufarouwpeer (de Jogneau)
Amédée Thirriot	Colmar de Mars	Klettgauer Dornbirne
Ananas de Courtraï	Colmar d'été	Kneights Monarch
Archiduc Charles d'hiver	Columbia	Knollbirne
Arlequin musqué	Comte de Lamy	Kollstock
Auguste Royer	Conitzer Butterbirne	Konferenzbirne +
Baronne Leroy	Conseiller Bauwe	König Karl von Württem- berg
Beauvalot	D'Ange	Köstliche von Charneu (Légi- pont)
Belle d'Avril	De la Foresterie	La Postale
Belle de Jumet	Delannoys Butterbirne (Beurré Dilly) +	Laure Gilbert
Belle Guéronnaise	Délice de Lovenjoul	Lebruns Butterbirne
Bergamotte d'Automne	Délice d'hiver	Le Lectier +
Bergamotte de Jodoigne	Diels Butterbirne (Beurré magnifique)	Léon Leclerc
Bergamotte Hertrich	Doktor Chaineau	Léon Pastur
Bergamotte Philippot	Doktor Kock	Léon Rey
Bergamotte sans pépin	Doyenné de Bery	Louis Vilmorin
Besi Dubost	Doyenné Flon Ainé	MacLanglin
Besi Macaron	Doyenné Louis	Madame Bonnefont
Beurré Baguet	Doyenné Madame Cornau	Madame Elisa
Beurré Baltet père	Dubreuil père	Madame Ernest Baltet
Beurré Benoist	Duc de Nemours	Madame Gillekens
Beurré Boissnard	Duchesse Béberd	Madame Henri Desportes
Beurré Burnet	Duchesse de Bordeaux	Madame Millet
Beurré Chaboceau	Edelcrassanne (Passe Cras- sane) +	Madame Treyve
Beurré d'Avalon	Ellis	Magnate
Beurré de Ghelin	Emile Desblois	Marie Benoist
Beurré de Jonge	Emile d'Heyst	Marie Jallais
Beurré Dumont	Enfant Nantaise	Mariette de Millepieds
Beurré Fouquerey	Esperens Herrenbirne	Marquis
Beurré Goubault	Flemish Beauty	Marxenbirne
Beurré Kossuth	Fondante de la Maître-Ecole	Mathilde de Rochefort
Beurré Mondel	Frühe von Trévoux	Merveille d'été
Beurré Montluçon	Gelbmöstler	Messire Jean
Beurré Naghin +	Graciale	Milan d'hiver +
Beurré Oswego	Graue Herbstbutterbirne (Brown Beurré)	Minister Vigor
Beurré Six +	Gros Trouvé	Monseigneur Affre +
Birne von Tongre (Duron- deau) +	Grünmöstler	Muscat allemand d'hiver
Blumenbachs Butterbirne (Soldat laboureur)	Henri Decaisnes	Nouvelle Aglae
Bon Chrétien de Nikita	Herzogin von Angoulême +	Oeuf de Cygne
Bonne Soeur de St. Denis		Passe Colmar (Regentin)
Cadet de Vaux		

Pastorenbirne (Curé) —	Rogers	Sucrée de Troyennes
Personage	Saint Michel Archange	Tardive d'anvers
Pierre Patermotte	Schmelzende von Thirriot	Triomphe de Jodoigne
Président Delahaye	Schweizer Wasserbirne	Triomphe Dumont
Président Deviolaine	Seckel	Van Mons (Baronne de Mello)
Président Drouard	Seigneur Espéren (Fondante	Verulan
Président Müller	d'Automne)	Virginie Baltet
Président Sesard	Sommer Apothekebirne	Virgouleuse
Prinzeß	Sorbetto del Ossela	Von Heimbürgs Butterbirne
Prince Impérial de France	Souvenir de Mme. Charles	Waltson
Reinholzbirne	Sterneburgs Sommerbutter-	Wettinger Holzbirne
Robert de Neufville	birne	Williams Prince
Robert Hogg	Stuttgarter Gaishirtel +	Winter Forellenbirne

Mittelspätblühend.

Alexander Bivert	Doktor Jules Guyot	Madame Solange
Aimée Agnereau	Doyenné Bougron	Madame Verté (Besi de Caën)
Aspasie Aucourt	Doyenné crotte blanc	Madame von Siebold
Barillet Descamps	Duchesse Anne	Magherman
Belle de Beaufort	Dumortiers Butterbirne	Marguerite Marillat
Belle de la Croix-Morel	Emile d'Heyst	Marie Louise
Belle de Thouars	Esperens Bergamotte	Mathilde de Rochefort
Belle d'Ixelles	Espérine	Metzer Bratbirne +
Belle Duvergnies	Eugène Thirriot	Napoleons Butterbirne +
Belle Julie	Eva Baltet	Nec plus Meuris (Beurré
Belle Lionaise	Fertility	d'Anjou)
Bellissime d'hiver	Fondante de Noël	Neue Poiteau
Bequesne	Fondante du Panisel	Nouvelle Fulvie
Bergamotte de Millepieds	Forellenbirne	Obosenski
Besi de Montigny	Frau Luise Goethe +	Oken
Besi des Vétérans	Friedrich von Württemberg	Olivier de Serres —
Besi musqué	Geisenheimer Köstliche	Président Barabe
Beurré Allard	Gellerts Butterbirne	Président Mas
Beurré d'Avril	(Hardy) +	Prinzessin Marianne
Beurré de Nivelles	Gros Blanquet	Punktierter Sommerdorn
Beurré Jalais	Grüne Sommermagdalene —	Rihass Kernlose
Beurré Lagasse	Grüne Tafelbirne	Rote Bergamotte
Beurré Luizet	Gute Luise von Avranches	Rote Dechantsbirne
Beurré Rance	(Louise bonne de Jersey)	Saint Germain
Bicolore d'hiver	Hardenponts Winterbutter-	Saint Remy
Blanquet de Saintage	birne (Beurré d'Arenberg,	Saint Yves
Bon Chrétien d'Espagne	Glou morceau)	Sparbirne
Bronzée d'Enghien	Henriette Bouvier	Sterkmanns Butterbirne +
Buffum	Himmelfahrtsbirne (Beurré	Sucrée de Comice
Calebasse de la Reine	de l'Assomption)	Tardive de Ninove
Colmar d'Arenberg —	Jeanne d'Arc	Tardive de Toulouse
Colomas Herbstbutterbirne	Joséphine von Mecheln	Thompson —
(Urbaniste, Beurré Knox) —	Jules d'Airoles	Triomphe de Vienne
Congrès de Gand	Kelways King	Van Marums Flaschenbirne —
Dame Jeanne	La France	Vereins-Dechantsbirne (Doy-
Dechantsbirne von Alen-	Levard	enné du Comice)
çon +	Liegels Winterbutterbirne	Weißer Herbstbutterbirne
De Longue Garde	Longue verte	Williams Christbirne (Bart-
Denis Dauvresse	Madame André Leroy	lett Boston)
Deux Sœurs	Madame de Prinz	Williams Duchesse
Dix	Madame Eugène Jacobs	Winter Nelis
Doktor Delatosse	Madame Favre	Winter Orange
Doktor Desportes +	Madame Grégoire	Zéphirine Grégoire

Spätblühend.

Adelaide de Rèves	Antoine Delfosse	Belle Julie
Admirable	Apasie Aucourt	Beurré Capiaumont
Amande double	Aprémonts Butterbirne	Beurré de Couinik
Amande nouvelle	Arthur Bibort	Beurré Georges Bordillon
Andenken an den Kongreß	Bacon	Beurré Greble

Beurré Monchoux	Gansels Bergamotte	Mortilletts Butterbirne
Bon Chrétien d'hiver	General Tottleben	Napoleon III.
Bon Chrétien Francois Frével	Grégoire Bordillon	Notaire Lépin —
Bosc, Flaschenbirne (Beurré d'Apremont, Kaiserkrone)	Großer Katzenkopf (Catillac)	Pitmaston
Calebasse d'hiver	Grumkower Butterbirne —	Poire de Fer
Calebasse de Tirllemont	Gute Graue	Rateau blanc
Chevalier Eviard	Hacons Incomparable	Richardson Seedling
Clapps Liebling —	Henri IV.	Rousselet Bivort
D'Amour	Jean de Witte	Rudolph Goethe
De Klevenouw	Isabelle de Malves	Souvenir de Léopold I.
Deutsche Nationalbergamotte	Lepère	St. Dorothée
Doktor Andry	Louis Grégoire	St. Edmund
Epine d'hiver	Madame Appert	Sucrée de Heyer
Ferdinand de Lesseps	Marie Elskamps	Sucrée Van Mons
Fondante Moulins-Lille	Marie Vazille	Transylvanienne
	Minister Bara	Vineuse Espéren

Kirschensorten.

Frühblühend.

Abbesse de Moulant	D'Annonnay (Guigne de Mai)	Kracher, schwarze (Kanton Baselland)
Adlerkirsche, schwarze (Baselland)	Early Rivers	Kritzendorfer Einsiedel- kirsche
Baslerkirsche, frühe —	Eltonkirsche +	Labächler
Belle d'Orléans —	Frühste der Mark	Maiherzkirsche, frühe
Bettenburger Herz- kirsche	Geisenheimer, schwarze	Maikirsche, rosenrote
Blanquette	Grenzacherkirsche, frühe	Moreau
Bigarreau Jaboulay	Grenzacherkirsche, späte	Ramon Oliva
Bigarreau Rockford	Große rote Knorpelkirsche	Schuhmacherkirsche
Corone	Große schwarze Knorpel- kirsche	Schwarze Tartarische
	Herzkirsche, frühe	Speckkirsche

Mittelfrühblühend.

Ampfurter schwarze Herz- kirsche	Black Eagle	Ohio Beauty
Beste Werdersche	Große braune Knorpelkirsche	Précoce de Boppard
Bingkirsche	Herzkirsche, braune (Kanton Baselland)	Prinzessinkirsche (= Napole- ons Knorpelkirsche = Weiße Herzkirsche im Ba- selland)
Bigarreau Antoine Nomblot	Lampnästler	Rosmarinkirsche
Bigarreau de Mezel	Langstieler (= schwarze Basler)	Schwarze von Montreux
Bigarreau Gros Coeuret	Ludwigs bunte Herzkirsche	
Bigarreau Gros Rouge		

Mittelspätblühend.

Bettenburger Glaskirsche	Hedelfinger Riesenkirsche —	Ochsenherzkirsche
Bonnemain	La Poitevine	Redingkirsche
Böttners gelbe Knorpel- kirsche	Lauberkirsche	Sauerhähner
Doktorkirsche	Les Jous Vermeilles	Schneiders späte Knorpel- kirsche
Dönnissons gelbe Knorpel- kirsche	Kaiserin Eugénie	Schöne von Choisy
Espérens Knorpelkirsche	Knights Early Black	Süßweichel von Olivet
Geisepeter	Königin Hortense	Taubenherzkirsche
Gouverneur Wood	Königliche Amarelle	Transparente de Rivers
Große Germersdorfer	Lowerzer, große	Winklers schwarze Knorpel- kirsche
Guigne de Kruger	Lucienkirsche	
	May Duke (Anglaise hâtive)	

Spätblühend.

Bänler (Kanton Zug)	Fromms schwarze Herz- kirsche	Kaiser Franz
Belle de Montreuil	Griotte de Schaerbeek	Mistler (Kanton Zug)
Florence	Griotte du Nord	Montmorency
Flurianer (= Schauenburger)	Gubens Ehre	Ostheimer Weichel
Forellenkirsche		Rigikirsche

Rivers Bigarreau
Schattenmorelle (Große
lange Lotkirsche)

Schöne von Châtenay +
Spanische Glaskirsche
Späte Holinger

Weißler (Kanton Baselland)
Winklers weiße Herzkirsche

Pflaumensorten.

Frühblühend.

Japanische Pflaumen (Satsuma, Burbankpflaume und andere Sorten), Kirschkpflaumen.

Mittelfrühblühend.

Admiral Rigny
Althans Reineclaude +
Angelina Burdet —
Biendecks Frühzwetschge
Bluo de Perck —
Cochetpflaume
Ebersweiler Frühzwetschge
Frühe gelbe Mirabelle

Großherzog —
Jefferson +
Katalonischer Spilling
Königspflaume von Tours +
Late Orange
Lepine
Mirabelle von Bergthold

Reineclaude de Juillet
Reineclaude d'Oullins
Reineclaude noire
Reineclaude violette
Rivers Frühpflaume
Serbische Zwetschge
Tragédie

Mittelspätblühend.

Altesse double
Anna Späth
Bossard
Bunte Perdrigon
Coës Goldtropfen +
Coës Violet
Crimson Drop
De Monfort
Des Béjonnières
Early Transparent
Ersinger Frühzwetschge
Espérons Goldzeugpflaume
Frankfurter Pfirsichzwetschge
Frühe Fruchtbare
Frühzwetschge aus Rüdes-
heim

Fürsts Frühzwetschge
Gelbe Herrenpflaume
Gelbe Katharinenpflaume
Gros Louis
Grosse bleue précoce
Große Zuckerzwetschge
Hartweiß' gelbe Zwetschge
Italienische Frühzwetschge
Jaune hâtive
Kirkes Pflaume
Kleine gelbe Eierpflaume
Königsbacher Frühzwetschge
Mirabelle, große
Mirabelle, kleine
Mirabelle, späte
Mirabelle von Flotow

Mirabelle von Metz
Mirabelle von Nancy +
Monsieur Jaune
Ottomanische Kaiserpflaume
Reineclaude Diaphane
Reineclaude von Bavay
Reineclaude von Boddaert
Reineclaude von Jodoigne
Royal de Vilvorde
Sasbacher Frühpflaume
Ungarische Dattelpflaume
Viktoriapflaume
Violette Diapré
Washington
Zimmers Frühzwetschge

Spätblühend.

Abbaye d'Arton
Agenzwetschge (French)
Belle de septembre
Bossummer Zwetschge
Braunauer aprikosenartige
Pflaume
Bühler Frühzwetschge —
Coopers Large Red
Czar
Deutsche Hauszwetschge +

Dobranerzwetschge
Doppelte Herrenhauser Mira-
belle
Fellenbergzwetschge (= Ital.
Zwetschge) +
Giant
Große grüne Reineclaude —
Lucas' Frühzwetschge
Merlotds Reineclaude
Monarch

Ponds Seedling
Rangheris Mirabelle
Rote Eierpflaume
Rote Katharinenpflaume
Schöne von Löwen —
St. Catherine
Violette Jerusalem-pflaume
Wahre Zwetschge
Wangenheims Frühzwetschge

B. Der Fruchtansatz als Folge der Befruchtung.

1. Der normale Befruchtungsvorgang.

a) Die Ausbildung des Pollens.

Normale Pollenbildung beim Birnbaum. — Die Chromosomenverhältnisse der Apfelarten, Quitten und Steinobstarten.

Das Vorhandensein von Blüten sichert nicht in allen Fällen eine Ernte. Es kommen vielmehr bei unseren Obstbäumen allerhand Abweichungen vom normalen Verlauf der Samen- und Fruchtbildung vor, durch welche ein genügender Ertrag in Frage gestellt wird. Um diese Hemmnisse der Frucht-

bildung zu verstehen und geeignete vorbeugende Maßnahmen für die Fruchtbarmachung unserer Obstpflanzen finden zu können, müssen wir vorerst die normale Ausbildung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen und ihre Vereinigung im Befruchtungsvorgang gründlich kennenlernen.

Wir wollen uns zuerst die Entstehung der männlichen Geschlechtszellen, der Pollenkörner, vergegenwärtigen und wählen als Beispiel den Birnbaum. Wenn wir im Frühjahr, zur Zeit, da die Blütenknospen ihre Schuppen abzuwerfen beginnen, und die grünen Gewebe zum Vorschein kommen, durch die Knospen Querschnitte herstellen und diese unter dem Mikroskop untersuchen, so sehen wir die Organe, in denen die männlichen Geschlechtszellen ausgebildet werden, die Staubbeutel, in ihrer Entwicklung schon weit fortgeschritten. Wir finden die 4 Fächer mit einem großzelligen und großkernigen, eiweißreichen Gewebe erfüllt. Die Zellen haben ihre Vermehrung durch Teilung bereits eingestellt. Vor uns liegen die Mutterzellen der Pollenkörner, die *Pollenmutterzellen* (Abb. 29a). Hätten wir die Zellteilung beobachtet, durch welche sie entstanden sind, so hätten wir gesehen, daß sämtliche Zellkerne 34 Chromosomen enthalten, die sich bei jeder Teilung der Länge nach spalten, so daß auch in jede Pollenmutterzelle 34 Chromosomen gelangen. Bevor sich diese zur Bildung der Pollenkörner anschicken, spielen sich in ihren Kernen die Vorbereitungen zur Reduktionsteilung ab. So finden wir ein Stadium, in dem sich durch die Färbung mit HEIDENHAINSCHEM Haematoxylin oder anderen geeigneten Farbstoffen neben dem Kernkörperchen lange Fäden nachweisen lassen, die stellenweise intensiver gefärbte Körnchen enthalten. Die nun folgenden Vorgänge wurden von KOBEL (1926, 1927) eingehend beobachtet. Auf diese Prophasenstadien folgt das *Diakinesestadium* (Abb. 29b). Der Faden hat sich zusammengezogen, und an seiner Stelle finden wir 17 Paare von intensiv gefärbten Körperchen. Die 34 Chromosomen, die wir mit guten Gründen als Träger der Vererbungserscheinungen ansehen, haben sich also paarweise vereinigt und ordnen sich nun in allen Zellen des ganzen Staubbeutel-faches fast gleichzeitig in einer Ebene zu Platten an. Jedes Paar ist zu einem anscheinend einheitlichen Chromosom verschmolzen. Während dieser Gruppierung verschwindet die Kernwand und das Kernkörperchen wird aufgelöst (Abb. 29c). Auf dieses Stadium der *Aequatorialplatte*, das auch als *Metaphase* der Teilung bezeichnet wird, folgt nun die wichtige Reduktionsteilung. Diese Bezeichnung soll andeuten, daß bei diesem Teilungsschritt die Chromosomenzahl auf die Hälfte reduziert wird. Die beiden Paarlinge eines jeden Chromosoms werden wieder sichtbar, trennen sich und wandern entlang eines spindelförmigen Gerüsts nach verschiedenen Seiten (*Anaphase*, Abb. 29d, e, f). Jede der wandernden Gruppen enthält also nur je den einen Paarling von jedem zweiwertigen Chromosom der Pollenmutterzelle. Wenn diese Chromosomenwanderung abgeschlossen ist, bildet sich um die Chromosomen wiederum eine Kernwand, so daß in der Haut der Pollenmutterzelle nunmehr zwei Tochterkerne mit je 17 Chromosomen enthalten sind. Eine Zellwand wird zwischen den beiden Kernen in diesem Zweikernstadium nicht gebildet (Abb. 29g). Bald aber lösen sich die Kernwände neuerdings und die Chromosomen ordnen sich zu zwei Platten an (Abb. 29h). Nun aber teilt sich jedes Chromosom in den beiden voneinander unabhängigen Gruppen der Länge nach in zwei Hälften; es setzt eine neue Kernteilung ein, indem die Chromosomen einer jeden Gruppe für sich entlang neuer Spindeln abwandern und so vier Chromosomengruppen entstehen, von denen jede soviel Chromosomen enthält, wie die Kerne des Zweikernstadiums, nämlich je 17, also bloß halb soviel wie die Kerne der Pollenmutterzellen und aller übrigen Zellen des ganzen Birnbaums. Um jede der 4 Gruppen entstehen schließlich neuerdings Kernhäute; die Chromosomen zer-

teilen sich in ein feines, kaum mehr nachweisbares Kerngerüst, und das Kernkörperchen wird rückgebildet. In diesem Vierkernstadium (Abb. 29i) liegen die Kerne der 4 aus einer Pollenmutterzelle entstehenden Pollenkörner vor uns. Es grenzen sich später um sie herum Plasmaklumpen ab, so daß aus jeder Pollenmutterzelle 4 Zellen geworden sind, die in einer Tetrade beieinander

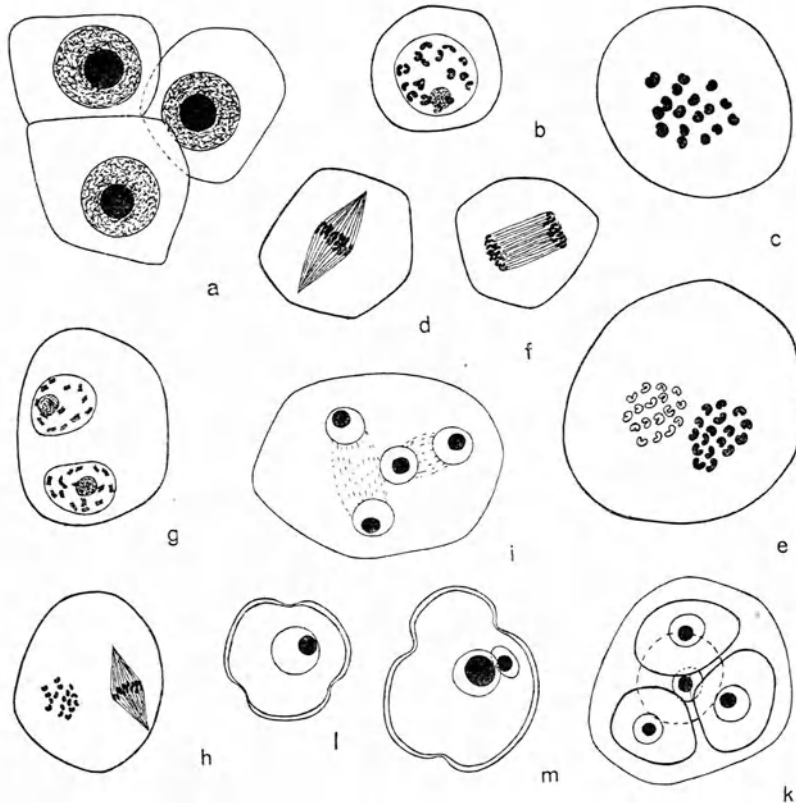


Abb. 29. Normale Pollenbildung bei Apfel- und Birnsorten. a) Drei Pollenmutterzellen von Vereins-Dechantsbirne mit großen Zellkernen und Nucleolen (schwarz). b) Diakinesestadium von Williams Christbirne; man sieht 17 Chromosomenpaare und den Nucleolus (punktiert). c) Metaphase der Reduktionsteilung von Williams Christbirne mit 17 zweiwertigen Chromosomen, Polansicht. d) Beginnende Anaphase der Reduktionsteilung von Gellerts Butterbirne, Seitenansicht. e) Späte Anaphase der Reduktionsteilung von Gellerts Butterbirne, Seitenansicht; die Chromosomen liegen an den Enden der Teilungsspindel in zwei Gruppen. f) Zweikernstadium von Vereins-Dechantsbirne; die Chromosomen sind in den Kernen erkennbar, aber nicht deutlich zählbar. g) Metaphase der zweiten Teilung von André Desportes; die eine Platte mit 17 Chromosomen in der Polansicht, die andere seitlich. h) Vierkernstadium von Vereins-Dechantsbirne; man sieht noch einige Spindelreste. i) Normales Tetradenstadium von Williams Christbirne. j) Junges einkerniges Pollenkorn von Williams Christbirne; die Wand ist bereits verdickt, zeigt aber drei Einschnürungen. m) Zweikerniges Pollenkorn von Transparent von Concels; der vegetative, runde Kern ist größer als der generative. c) und e) nach Carminessigsäurepräparaten (Zellen und Chromosomen gequollen), die übrigen nach Mikrotomschnitten (FLEMMING-HAIDENHAIN). Vergrößerung 1500. Original.

liegen (Abb. 29k). Zum Schluß runden sich die 4 Zellen ab, verdicken ihre Wand (Abb. 29l) und werden, nachdem sich in ihnen noch eine Kernteilung abgespielt hat, zu den Pollenkörnern (Abb. 29m). Von diesen beiden Kernen jedes Pollenkorns wird der eine, der generative, zum eigentlichen Geschlechtskern und teilt sich später bei der Pollenkeimung noch einmal. Der andere, größere, aber weniger gut färbbare, wird als vegetativer Kern bezeichnet. Er spielt bei der Befruchtung selbst keine Rolle.

Wir sehen also, daß aus jeder Pollenmutterzelle 4 gleichwertige Pollenkörner entstehen, deren beide Kerne je die halbe (haploide) Chromosomenzahl, 17, aufweisen. Diese Vorgänge wurden in fast allen Teilungsschritten beobachtet bei Gellerts Butterbirne (Beurré Hardy), Vereins-Dechantsbirne, Williams Christbirne, André Desportes, Neue Poiteau, Gute Luise von Avrenches und einigen anderen Sorten. Auch die Wildformen *Pyrus sinensis* (= *P. ussuriensis*) und *P. salicifolia* haben in ihren Geschlechtszellen 17 Chromosomen, dasselbe gilt für *P. elaeagrifolia*, in deren Wurzelspitzen RYBIN (1926) 34 Chromosomen fand.

Ganz ähnlich liegen nach den Untersuchungen von KOBEL (1926, 1927), RYBIN (1926, 1927), HEILBORN (1928, 1930), NEBEL (1929 a, 1929 b) und CRANE und LAWRENCE (1929) die Verhältnisse auch beim Apfelbaum. Normalerweise sind auch hier in den vegetativen Zellen (diploid) 34 und in den Geschlechtszellen (haploid) 17 Chromosomen vorhanden. Die Pollenbildung verläuft gleich wie bei den Birnen. Dies gilt beispielsweise für die Apfelsorten Berner Rosenapfel, Transparent von Croncels, Cox' Orangenreinette, Weißer Astrachan, Pfirsichroter Sommerapfel, Baumanns Reinette, Wintergoldparmäne und viele andere. Aber auch die meisten Wildäpfel haben diploid 34 und haploid 17 Chromosomen. Einige wenige Arten haben diploid 68 Chromosomen. Die bis jetzt untersuchten Arten sind:

(R = RYBIN, N = NEBEL, K = KOBEL.)

Diploidzahl 34.

- Malus pumila* var. *praecox* C. K. SCHNEIDER = Paradiesapfel (R., K.).
- „ „ var. *dulcis* C. K. SCHNEIDER = Doucin = Splittapfel (R., N)
- „ *silvestris* MILL. = Holzapfel (R., N., K.).
- „ *Niedzweckyana* DIECK = rotlaubiger Zierapfel (N., K.).
- „ *baccata* BORKH. (R., N.).
- „ *prunifolia* BORKH. (R.).
- „ *spectabilis* BORKH. (R.).
- „ *Zumi* REHD. (R.).
- „ *angustifolia* MICHX. (R.).
- „ *floribunda* SIEB. (N., K.).
- „ *fusca* C. K. SCHNEIDER (N.).
- „ *glaucescens* REHD. (N.).
- „ *Halliana* KOEHNE (N.).
- „ *ionensis* BRITT. (N.).
- „ *Sargenti* REHD. (N.).
- „ *Scheideckeri* ZABEL (N., K.).
- „ *Sieboldi* REHD. (N.).
- „ *Soulardi* BRITT. (N.).

Diploidzahl 68.

- Malus Sargenti* REHD. (R., gezählt 64—69).
- „ *coronaria* var. *ionensis* C. K. SCHNEIDER (R., gezählt 65).
- „ *coronaria* MILL. (N.).
- „ *Toringo* SIEB. (R., gezählt 64—71).

Wir sehen daraus, daß die Angaben nicht restlos übereinstimmen. So zählt NEBEL *Malus Sargenti* zu den 34-chromosomigen, RYBIN dagegen zu den 68-chromosomigen. Solche Unstimmigkeiten dürften darauf beruhen, daß die Systematik dieser Wild- und Zieräpfel, die teilweise zur Züchtung neuer Sorten und Unterlagen von Bedeutung sind, noch sehr im argen liegt. SHOEMAKER

(1926) gibt für die amerikanische Apfelsorte Delicious in den Geschlechtszellen nur 14 Chromosomen an. Diese Zählung beruht aber, wie die erste Angabe des Verfassers (1926), der zuerst nur 16 Chromosomen fand, auf einem Zählfehler.

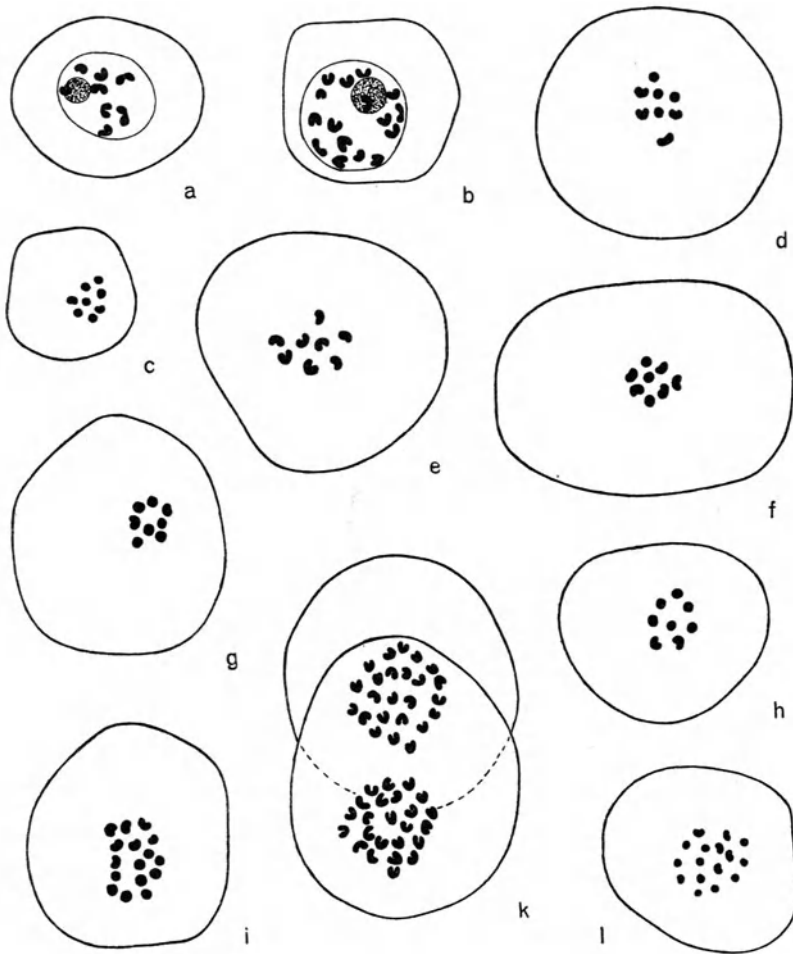


Abb. 30. Normale Reduktionsteilung bei der Pollenbildung der Steinobstarten. a) Diakinesestadium der Süßkirsche (Rigikirsche) mit 8 Chromosomenpaaren. b) Diakinesestadium von Sauerkirsche (Ostheimerweichsel) mit 16 Chromosomenpaaren. c) Metaphase von Weichsel (*Prunus Mahaleb*) mit 8 zweiwertigen Chromosomen. d) Gleiches Stadium einer gefülltblühenden Mandel, e) der Pfirsichsorte Sieger, beide mit 8 zweiwertigen Chromosomen. f) Metaphase von Aprikose (Luizet-Aprikose), g) von Kirschkpflaume, h) von *Prunus nigra* mit je 8 zweiwertigen Chromosomen. i) Metaphase von Schlehe (*Prunus spinosa*) mit 16 zweiwertigen Chromosomen. k) Anaphase der Reduktionsteilung von *Prunus domestica* (Italienische Zwetschge) mit zwei Gruppen von je 24 Chromosomen. l) Anaphase der Traubenkirsche (*Prunus Padus*) mit 16 zweiwertigen Chromosomen. a—c nach Mikrotomschnitten (FLEMMING-HEIDENHAIN), die übrigen nach Carminessigsäurepräparaten (Plasma und Chromosomen gequollen). Vergrößerung 1500. Original.

Die Zählung, die nicht sehr leicht ist, gelingt nur in tadellos hergestellten Präparaten und mit sehr guter Optik.

17 Chromosomen wurden auch in den Geschlechtszellen der *Quittensorten* Mammuth und Beretzky sowie bei den Scheinquitten *Cydonia japonica* und *C. Maulei* gefunden (KOBEL 1926, 1927, und RYBIN 1926).

In gleicher Weise, wie wir es hier beschrieben haben, geht die Bildung der Pollenkörner nach den Untersuchungen von KOBEL (1927), DARLINGTON

(1926, 1928, 1930), SHOEMAKER (1928) und LINDENBEIN (1929) auch bei den Steinobstarten vor sich. Die Pfirsiche, Mandeln, Süßkirschen, Aprikosen, sowie die Pflaumen aus der *Triflora*-, *Cerasifera*- und *Americana-nigra*-Gruppe, sowie die Weichsel (*Prunus Mahaleb*) und die untersuchten japanischen Zierkirschen (*P. yedoensis* und *P. serrulata*) haben in ihren Geschlechtszellen 8, diejenigen der Sauerkirschen, Schlehen (*Prunus spinosa*) und Traubenkirschen (*P. Padus*) 16 und alle Pflaumen und Zwetschgen der *Domesticagruppe* 24 Chromosomen. Der Kirschlorbeer hat ungefähr 72 Chromosomen (KOBEL 1927, MEURMAN 1928).

b) Die Ausbildung des weiblichen Geschlechtsapparates.

Die Ausbildung des Embryosackes beim Birnbaum nach OSTERWALDER. — Die Embryosackbildung bei anderen Obstarten.

Wie der Pollenbildung, geht auch der Bildung des Embryosackes, der einem Pollenkorn entspricht, eine Reduktionsteilung voraus. RYBIN (1927) hat diese Teilung bei der Kanadareinette, die allerdings abnorme Verhältnisse aufweist, beobachten können. Die Einzelheiten dieser Teilung sind aber bis jetzt meines Wissens noch bei keiner Obstart untersucht worden. Diese Arbeit bietet technisch große Schwierigkeiten. Immerhin hat OSTERWALDER (1910) die Bildung des Embryosackes bei der Birnsorte Gute Luise von Avrenches an Celloidinschnitten in ihren wesentlichen Zügen verfolgt. Er beobachtete, wie etwa am 7. April des Jahres 1909 (in Wädenswil) in die Samenfächer der Blütenknospen hinein kleine, höckerförmige Gebilde aus vorläufig noch nicht differenzierten Zellen wuchsen. Zu dieser Zeit stehen in den Staubbeuteln die Pollenmutterzellen bereits vor ihrer Teilung. Die höckerartigen Samenanlagen treten nun in ein Stadium raschen Wachstums und vollziehen eine Drehung um 90°, und zwar nach unten gegen die Blütenachse hin in ihre anatropische Lage hinein. Am 15. April des Jahres 1909 waren bei der erwähnten Sorte schon die Anfänge des inneren Integumentes und der Samenknospe (Nucellus) zu erkennen, sowie die Anlage der Gefäßbündel im Funiculus. Am Nucellusscheitel wird direkt unter der Oberhaut die Embryosackmutterzelle, die einer Pollenmutterzelle entspricht, durch ihren Plasmareichtum und ihre bedeutende Größe kenntlich. In dieser Zeit beginnt sich auch das äußere Integument zu entwickeln, während das innere jetzt bis zum Nucellusscheitel emporgewachsen ist. Durch die Teilung einer Deckzelle oberhalb der Embryosackmutterzelle rückt diese etwas in die Tiefe. Schon am 17. und 19. April waren im Material OSTERWALDERS die Embryosackmutterzellen in zwei gleich große Tochterzellen zerfallen. Die Einzelheiten dieser Teilung, die wir in Analogie zu anderen Gewächsen als Reduktionsteilung betrachten müssen, konnten nicht beobachtet werden. Ob sich von diesen Zellen entsprechend den Vorgängen bei der Pollenbildung beide oder nur die eine noch einmal teilen, ist ebenfalls nicht beobachtet. In einzelnen Samenanlagen sah OSTERWALDER auch zwei parallele Zellreihen mit je drei besonders plasmareichen Zellen.

In allen beobachteten Fällen war es die *unterste* der Tetradenzellen, die sich weiterentwickelte, während schon um den 24. April herum die oberen Zellen sich zu zersetzen begannen. Zur gleichen Zeit teilte sich der Zellkern der untersten Zelle, die nun als junge Embryosackzelle sehr rasch heranwuchs (Abb. 31b, c). Durch eine erneute Zellteilung der beiden Kerne entstehen sowohl am unteren als am oberen Ende zwei Kerne (Abb. 31d). Sehr rasch folgt auch die dritte Teilung, so daß wir den achtkernigen Embryosack vor uns haben (Abb. 31e).

Mittlerweile ist die Zeit herangekommen, in der sich die Blüten zu öffnen beginnen. Von jeder Vierergruppe ist ein Kern gegen die Mitte gewandert. Die

drei verbleibenden der oberen Gruppe werden zum *Eiapparat*, indem sich um die Kerne Plasma ansammelt. Es entstehen aus ihnen die beiden *Gehilfinnenzellen* (Synergiden) und die *Eizelle*. Die unteren 3 Kerne bleiben klein und stellen die *Antipoden* dar. Sie werden bald undeutlich und verschwinden. Nachdem noch die beiden gegen die Mitte gewanderten Kerne, die *Polkerne*, verschmolzen

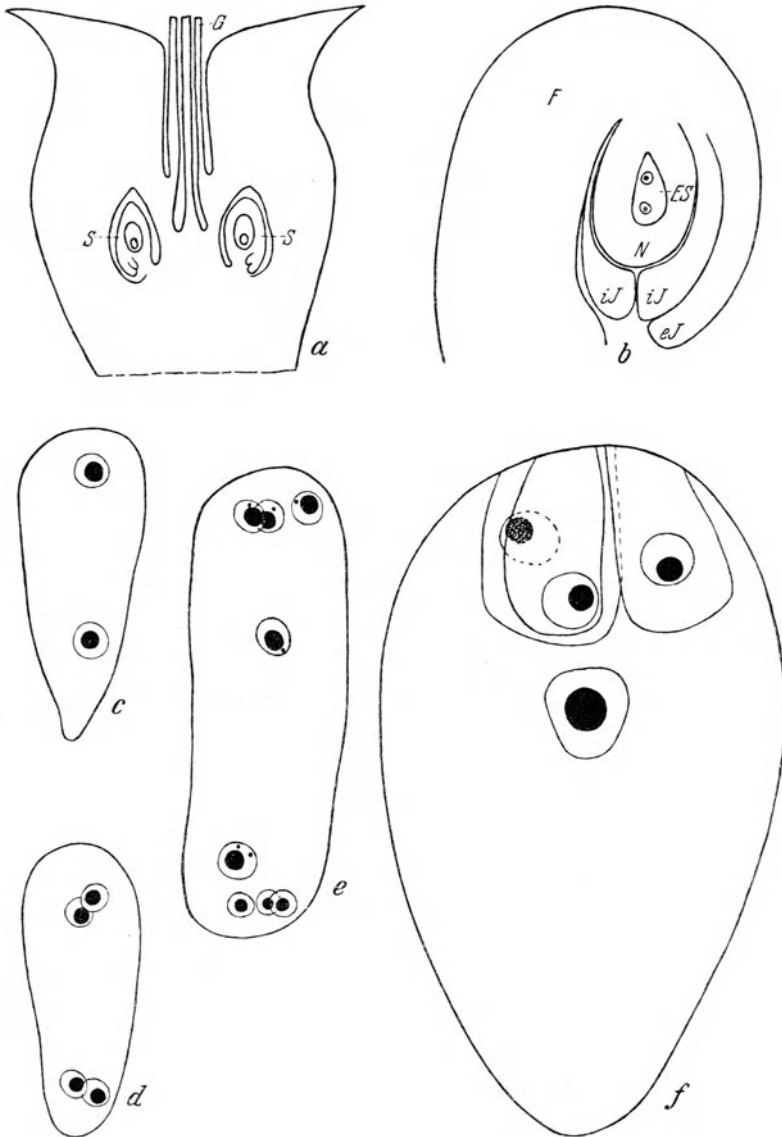


Abb. 31. Bildung des weiblichen Geschlechtsapparats der Apfelblüte. a) Übersichtsbild, Längsschnitt durch den Fruchtknoten einer Blütenknospe, *G* = Griffel, *S* = Samenanlagen, schwach vergrößert. b) Junge Samenanlage von Transparent im Längsschnitt, *F* = Funiculus, *ES* = Embryosack im Zweikernstadium, *N* = Nucellus, *iJ* = inneres Integument, *eJ* = äußeres Integument, Vergrößerung 170. c) Der zweikernige Embryosack von b stärker vergrößert, um 180° gedreht. d) Vierkerniger Embryosack von Transparent von Croncels. e) Achtkerniger Embryosack der gleichen Sorte; von jeder Kerngruppe beginnt ein Kern gegen die Mitte zu wandern; die Antipodenkerne vergrößern sich nicht. f) Reifer Embryosack der gleichen Sorte; am Scheitel die Eizelle und die Synergiden; die beiden Polkerne sind in der Mitte zu einem Kern verschmolzen, die Antipoden sind aufgelöst. b—f nach Mikrotomschnitten. c—f 700 mal vergrößert
a Nach OSTERWALDER. b—f Original.

sind, haben wir vor uns den fertigen Embryosack, der einem Pollenkorn entspricht (Abb. 31f). Die weibliche Geschlechtszelle, die Eizelle, enthält in ihrem Kern, gleich wie das Pollenkorn in seinem generativen, die haploide Chromosomenzahl, 17.

Während somit die Pollenkörner schon lange vor der Zeit der Blütenentfaltung in den Staubbeuteln vorgebildet sind, reift der Embryosack erst zur Zeit, da sich die Blüten zu öffnen beginnen. Trotzdem sind die Narben des Griffels empfänglich, bevor sich die Staubbeutel öffnen.

In gleicher Weise, wie wir es hier für die Birnsorte Gute Luise schilderten, entwickelt sich der Embryosack bei den Apfelsorten. Auch bei den Steinfruchtsorten, die in dieser Beziehung noch wenig untersucht sind, ist die Entwicklung des Embryosackes in grundsätzlicher Beziehung gleich (Abb. 32).

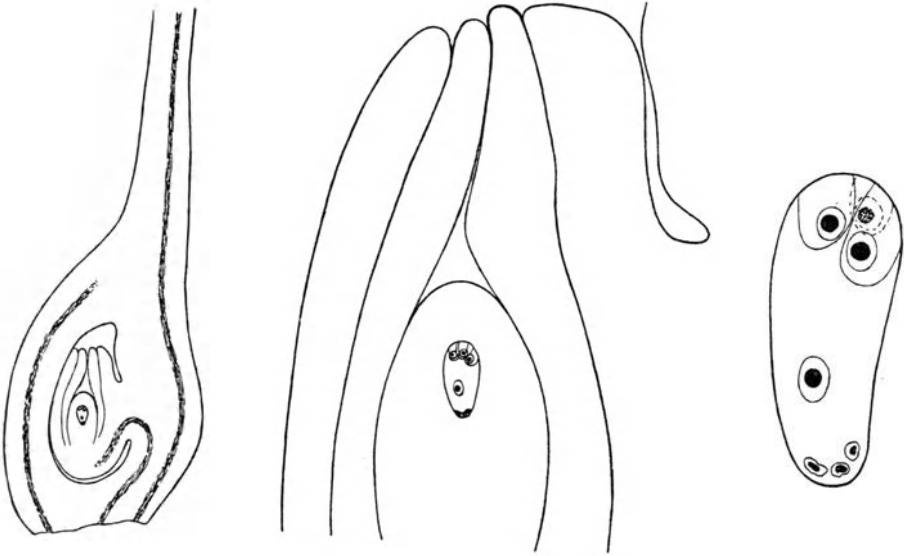


Abb. 32. Der weibliche Geschlechtsapparat der Steinobstarten. Links: Übersichtsbild, ungefähr 40mal vergrößert, Längsschnitt durch den jungen Fruchtknoten von Italienischer Zwetschge. Es ist nur die eine Samenanlage getroffen. Gestrichelt die Gefäßbündel. In der Mitte: der Scheitel der gleichen Samenanlage stärker (170mal) vergrößert. Man erkennt das innere und äußere Integument, den Nucellus und den Embryosack. Rechts: Embryosack des gleichen Schnittes bei 700facher Vergrößerung; die Eizelle und die Synergiden haben beinahe ihre volle Größe erreicht. Die Polkerne sind verschmolzen, die Antipodenkerne geschrumpft und degeneriert. Nach einem Mikrotompräparate. Original.

c) Die Befruchtung und Samenbildung.

Die Keimung des Pollens. — Das Wachstum des Pollenschlauches im Griffelgewebe. — Der Befruchtungsvorgang. — Das vorübergehende Endosperm. — Die Vorkeim- und Embryobildung.

Nachdem nun die männlichen und weiblichen Geschlechtskerne gebildet sind, und auch ihre Träger, das Pollenkorn und der Embryosack, sich entwickelt haben, können sich die Vorgänge der Befruchtung, die wir für die Birne auf Grund der Untersuchungen von OSTERWALDER (1910) beschreiben wollen, vollziehen.

Zur Zeit, da die Eizellen fertig ausgebildet und empfängnisfähig sind, sondern die Narben der Griffel klebrige zuckerhaltige Sekrettropfen aus. Gelangen nun Pollenkörner einer anderen Birnsorte in diese Narbenflüssigkeit, so keimen sie aus. An einer der drei in der Haut der Körner vorgebildeten Keimporen tritt ein Schlauch aus. Diese Keimung, auf die wir in einem anderen Zusammenhang

noch eingehend zurückkommen müssen, erfolgt auch in künstlichen Zuckerlösungen. Schon nach einigen Stunden haben sich kurze Schläuche gebildet, die mit einem dichten, weißlichgrauen Plasma gefüllt sind. Gegen ihre Spitze hin finden wir mit geeigneten Färbeverfahren die zwei Kerne. Nach etwa 24 Stunden teilte sich in den Präparaten OSTERWALDERS der generative Kern, während der in seiner Nähe gelegene vegetative Kern, der unregelmäßig geformt ist, ungeteilt blieb. Von Zeit zu Zeit werden im Pollenschlauch Kallosepfropfen gebildet, denen offenbar die Aufgabe zukommt, das gegen die Spitze hin gelegene Protoplasma mit den Kernen vom entleerten Schlauchstück abzuschließen.

Vollzieht sich nun die Keimung auf der Narbe, so wächst der Pollenschlauch offenbar infolge von Reizwirkungen chemotropisch in das sich unterhalb der Narbe fächerartig ausbreitende Leitgewebe des Griffels hinein. In diesem aus langgestreckten, lose verbundenen Zellen bestehenden Gewebe wächst er hinab, bis er durch eine trichterförmige Austrittsstelle ins Samenfach hineingelangt. Der Weg, den die Schläuche einschlagen, ist nicht gerade, sondern nach den Untersuchungen OSTERWALDERS schlangenförmig gekrümmt.

Dieses Wachstum durch das Gewebe hindurch wird dem Pollenschlauch durch den Besitz von Fermenten ermöglicht, mit deren Hilfe er die Vorratsstoffe des Leitgewebes aufschließt und sich zu seinem Wachstum dienstbar macht. Er verhält sich im Griffel als Parasit. PATON (1921) hat bei einem sibirischen Wildapfel Amylase, Invertin, Katalase, Reduktase, Pektinase und Zymase nachgewiesen.

Im Samenfach wachsen die Schläuche den Wänden entlang, aus denen sie offenbar auch noch Nahrung aufzunehmen vermögen, gegen die Öffnungen der Samenknospen, die Mikropylen, hin. In eine Mikropyle hinein wächst fast immer nur ein einziger Pollenschlauch (Abb. 33a). 2 Tage und 20 Stunden nach der Bestäubung von Gute Luise mit Pollen von Erzbischof Hons waren in einem Befruchtungsversuch von OSTERWALDER die Pollenschläuche bis gegen den Eiapparat vorgedrungen. Der Pollenschlauch entleert nun die beiden Tochterkerne des generativen Kernes — der vegetative ist bereits verschwunden — ins Innere des Embryosackes. Der eine der beiden verschmilzt nach etwa 3—4 Tagen mit der Eizelle, während sich der andere mit dem in der Mitte des Embryosackes gelegenen Kerne vereinigt, von dem wir wissen, daß er aus der Verschmelzung je eines Kernes aus der oberen und eines aus der unteren Kerngruppe hervorgegangen ist.

Beim eigentlichen Befruchtungsvorgang, der Verschmelzung des einen generativen Pollenkernes mit der Eizelle, gehen die Gehilfinnenzellen zugrunde. In befruchteten Embryosäcken werden sie als in Zersetzung begriffene Gebilde aufgefunden.

Wir wollen uns nun überlegen, wie sich bei der Befruchtung die Chromosomenverhältnisse gestalten. Wir wissen, daß sowohl die Eizellen als auch die generativen Kerne des Pollenschlauches die Chromosomenzahl 17 besitzen, und daß jedes dieser 17 Chromosomen ein Paarling der 17 im Diakinesenstadium beobachteten ist. Durch die Befruchtung werden also die sich entsprechenden Paarlinge wiederum miteinander vereinigt, so daß die befruchtete Eizelle wiederum 17 Chromosomenpaare, die sich bei den folgenden Zellteilungen als 34 Einzelchromosomen zeigen, enthält. Da man in den Chromosomen die Träger der Vererbungserscheinungen erkannt hat, besitzen also die befruchteten Eizellen, die auch etwa als Zygoten bezeichnet werden, gleichviel Erbmasse von der Vaterpflanze wie von der Mutterpflanze.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei der anderen Kernverschmelzung, die zu ungefähr derselben Zeit wie die eigentliche Befruchtung vor sich geht. Der in der Mitte des Embryosackes gelegene Kern besitzt schon 34 Chromosomen,

da er aus der Vereinigung zweier Kerne hervorgegangen ist. Mit ihm vereinigen sich nun noch die 17 Chromosomen des zweiten generativen Kernes, so daß ein Kern mit 51 Chromosomen zustande kommt. Da jeder folgenden Teilung

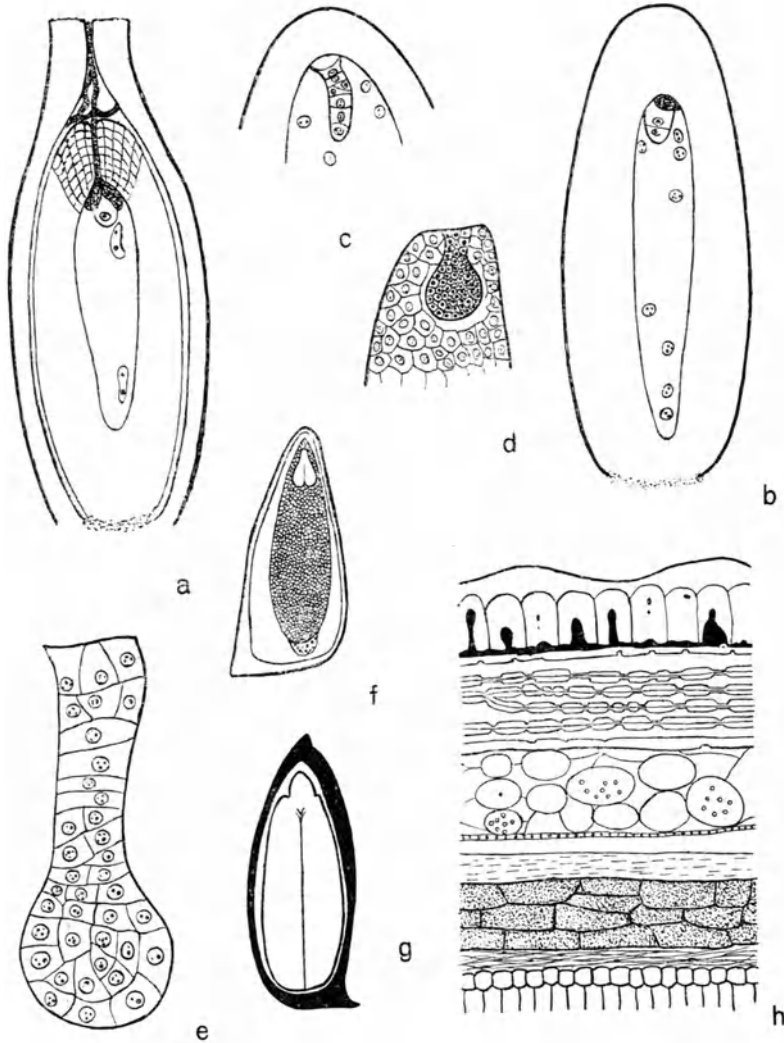


Abb. 33. Befruchtung und Samenbildung bei Apfel- und Birnsorten. a) Das Eindringen des Pollenschlauches (punktiert) in den Eiapparat. Die Synergiden sind zerstört. b) Die befruchtete Eizelle hat sich einmal geteilt, der sekundäre Embryosackkern bereits mehrfach. c) Junger, mehrzelliger Vorkeim und Endospermkerne. d) Junger Embryo im Endosperm eingebettet. e) Junger Embryo, stärker vergrößert. f) Älterer Embryo im Endosperm eingebettet. g) Reifer Same; der Embryo hat das Endosperm aufgezehrt und füllt allein die Samenschale. h) Schnitt durch die Samenschale und Samenhaut bei stärkerer Vergrößerung: unten zwei Zellschichten des Embryos, gefolgt von obliterierten Endospermschichten; fein getüpfelt die wenigen bleibenden Endospermschichten. Die fein gestrichelte Schicht stellt obliteriertes Nucellusgewebe dar, das nach außen von der Nucelluswand gefolgt ist; vom inneren Integument stammt die einreihige kleinzellige Schicht; die großzellige, gerbstoffhaltige Schicht, die dickwandige (Hartschicht) und die äußerste (Quellschicht) entwickelten sich aus dem äußeren Integument. (Nach OSTERWALDER.)

die Längsspaltung sämtlicher Chromosomen vorangeht, besitzen alle aus diesem Kern abstammenden Kerne ebenfalls diese abnorme triploide Chromosomenzahl 51. Durch fortwährende Teilung dieser triploiden Kerne entstehen nun in der sich rasch vergrößernden Samenknospe eine große Anzahl freier Kerne,

so daß zum Beispiel in den Versuchen OSTERWALDERS am 31. Mai der Embryosack als eine Art Schlauch den Nucellus in der Längsrichtung durchzog und etwa 100 dieser freien Kerne besitzen mochte. Etwa am 12. Juni setzte nun um die Kerne herum in der oberen Hälfte des Embryosackes Zellbildung ein, aber so, daß sich nicht um jeden Kern, sondern um 3—4 Kerne eine Zellwand bildete. Später geht diese Wandbildung weiter; auch einige Kernverschmelzungen mögen vorkommen, so daß die Zellen schließlich einkernig werden. Sie stellen, wie wir sogleich sehen werden, das Nährgewebe für den Embryo, ein vorübergehendes Endosperm, dar. Der junge Embryo, selbst kommt schließlich ganz in dieses Endosperm hinein zu liegen (Abb. 33 c—f).

In der der Mikropyle gegenüberliegenden Seite des Embryosackes bildet sich ein Chalazahaustorium. Hier bleiben die Kerne, die ebenfalls Abkömmlinge jenes triploiden Kernes sind, frei, indem keine Zellwände gebildet werden (Abb. 33 f). Dieses Gebilde hat aber eine kurze Lebensdauer. Es wurde im Material OSTERWALDERS schon zwischen dem 10. und 23. Juli vom heranwachsenden Endospermkörper verdrängt. Aber auch das Leben dieses Endospermgewebes selbst dauert nicht lange an. „Kaum hat sich letzteres über den ganzen Samen ausgedehnt und den größten Teil vom Nucellusgewebe resorbiert, setzt ein kräftiges Wachstum des Embryos ein, der in kurzer Zeit das eben entstandene Endosperm verzehrt, an dessen Stelle tritt und den Samen ausfüllt.“ (OSTERWALDER 1910.)

Der aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Teil bleibt gegenüber dem Endosperm zuerst im Wachstum etwas zurück. Er war in den am 10. Mai bestäubten Blüten am 17. Mai erst zweizellig (Abb. 33 b), während schon 8 Endospermkerne vorlagen. Am 31. Mai zählte er erst 16 Zellen, während das Endosperm ungefähr hundertkernig war. Die Form dieses Vorkeimes ist nicht immer dieselbe. Manchmal stellt er einen aus einer Zellreihe bestehenden Faden dar (Abb. 33 c), manchmal teilen sich seine Zellen quer, immer ist er aber in der Richtung des Embryosackes längsgestreckt. In der ersten Hälfte des Juni schwoh im Untersuchungsmaterial OSTERWALDERS der vorderste Teil dieses undifferenzierten Vorkeimes köpfchenförmig an. Aus diesem Teil entwickelt sich nun der eigentliche Embryo (Abb. 33 d, e, f), während die fadenförmige Partie einen Suspensor darstellt. Zur Zeit, da im Endospermgewebe etwa die Zellwandbildung vor sich ging, in der zweiten Hälfte des Juni, war der Embryo so weit entwickelt, daß man die eigentliche Hautschicht, das Dermatogen, erkannte. Am 10. Juli wurden die ersten Anlagen der Keimblätter gefunden, auch die Wurzelhaube war bald erkennbar. Nach einer Periode intensiven Wachstums war am 23. Juli auch die Plumula, der zukünftige Vegetationspunkt, als höckerartiges Gebilde wahrzunehmen. Durch Ausbildung des Gefäßbündelsystems und der übrigen Organe des Embryos ist die weitere Zeit bis zur Samenreife gekennzeichnet (Abb. 33 g).

Ausnahmsweise hat OSTERWALDER auch zwei Embryonen in derselben Samenanlage gefunden, und zwar sowohl innerhalb eines und desselben Nucellus als auch in zwei verschiedenen Samenknospen („unechte Polyembryonie“).

Die Entwicklung des Endosperms und der befruchteten Eizelle spielt sich nach den Untersuchungen, welche OSTERWALDER an der Sorte Böhmischer Rosenapfel durchführte, beim *Apfelbaum* in sehr ähnlicher Weise ab, wie beim *Birnbaum*.

Einen Durchschnitt durch die Haut und einen Teil des Embryos gibt Abb. 33 h nach OSTERWALDER wieder. Die einzelnen Gewebe und ihre Herkunft aus den Geweben der Samenanlage sind aus den Figurenerklärungen ersichtlich.

Grundsätzlich ähnlich vollzieht sich die Befruchtung und Samenbildung auch bei den Steinobstarten, wo sie aber nicht so gründlich untersucht sind.

2. Abweichungen vom normalen Befruchtungsvorgang.

a) Morphologische bedingte Sterilität.

Rein weibliche Apfel- und Pflaumenblüten. — Formen mit mangelhafter Ausbildung der Staubgefäße. — Eine rein männliche Zierform.

Bei wildlebenden Pflanzen und Kulturformen der verschiedensten Familien finden wir allerhand Verkümmierungen der männlichen oder weiblichen Geschlechtsapparate. Solche Formen mit teilweise rückgebildeten Geschlechtsorganen kommen gelegentlich auch bei unsern kultivierten Kern- und Steinobstarten vor. KOBEL (1930) und andere Forscher, z. B. CRANE und LAWRENCE (1930), sprechen in solchen Fällen von morphologisch bedingter Sterilität. Wenn die männlichen Organe verkümmert sind, braucht die Kulturwürdigkeit nicht unbedingt verlorenzugehen; solche Formen sind einzig auf die Bestäubung durch fremden Pollen angewiesen. Wird aber das weibliche Geschlecht rückgebildet, so ist damit eine fast völlige Sterilität verbunden. Männliche Sorten sind daher bloß unter den Zierformen möglich.

Wir wollen im folgenden die bekannt gewordenen Fälle von morphologisch bedingter Sterilität bei den Kern- und Steinobstarten kurz überblicken.

Unter den Kulturäpfeln kommen Formen vor, deren Blüten weder Kronblätter noch Staubgefäße ausbilden. Sie waren schon KASPAR BAUHIN, der sie unter dem Namen *Pyrus apetala* beschrieb, bekannt. Dagegen bilden sich in den Blüten, die sich zur gewöhnlichen Zeit öffnen, zahlreiche, meist 15 Griffel aus. Die normal ausgebildeten Samenanlagen stehen in zwei Stockwerken übereinander. Diese Abnormität findet sich sowohl bei frühreifenden als auch spätreifenden Sorten. Wahrscheinlich ist sie erblich bedingt, und zwar muß das Gen für die Ausbildung staubblattloser Blüten rezessiv sein; denn EWERT (1929) hat aus der Befruchtung einer solchen Form mit Pollen der Sorte Cellini einen Baum erhalten, der vollkommen ausgebildete Blüten entwickelt. Im übrigen setzen diese des Schauapparates entbehrenden Formen gewöhnlich nur Jungferfrüchte an, weil sie von Bienen nicht befliegen werden. Von irgendwelcher praktischen Bedeutung sind diese Obstsorten, deren häufigster Vertreter „Spencers Kernloser“ ist, nicht. Die Bezeichnung mit Artnamen (*Pyrus apetala* MÜNCHH., *Malus apetala* BECHST., *Pyrus dioica* AUDIBERT und *Malus dioica* WILLD.) ist für diese Formen keineswegs gerechtfertigt.

Ähnliche Abnormitäten des Birnbaumes sind mir nicht bekannt geworden. Dagegen fand SMITH (1927) Sämlinge von *Prunus umbellata*, die keine Staubgefäße ausbilden. An der Stelle derselben standen 10—20 Griffel, die aber mit den Samenanlagen keine Verbindung aufwiesen. Die Petalen waren sehr klein, so daß die Blüten, wie diejenigen der eben erwähnten Apfelsorten, kronblattlos aussahen.

Daneben kommen in der Gattung *Prunus* Formen mit unvollkommenen Staubgefäßen vor. Die bekannteste ist der J. H. Hale-Pfirsich, eine in den Vereinigten Staaten häufig angepflanzte Sorte. CONNORS (1922) berichtet, daß sich seine Blüten durch blaß gefärbte, kleine, auf kurzen Fäden sitzende Staubbeutel auszeichnen. In diesen entwickelt sich nur wenig, mangelhaft keimfähiger Pollen. KNOWLTON (1924) untersuchte die Sorte ebenfalls und konnte die Beobachtungen von CONNORS bestätigen. Er bewies auch, daß es sich nicht um eine im Chromosomensatz begründete Pollensterilität handeln kann; denn er fand in den Reduktionsteilungen 8 Chromosomen. Nach der Tetradenbildung wachsen aber die Pollenkörner nicht mehr wesentlich weiter, und sie verdicken auch die Wände nicht. Eine Teilung des Kernes findet nicht mehr statt. Alle Versuche, die Sorte durch bessere Ernährung mit Stickstoff und Phosphor zur Ausbildung

von besserem Pollen zu bringen, schlugen fehl. Die Pfirsichsorte Late Crawford weist nach KNOWLTON die gleiche Abnormität auf, und KERR (1927) fand sie auch beim June Elberta-Pfirsich. Dagegen berichten TUFTS, HENDRICKSON und PHILP (1927), daß der J. H. Hale-Pfirsich in Kalifornien normalen Pollen besitze. Es handelt sich aber offenbar dort um eine verschiedene Form; denn DORSEY (1927) fand neben der pollensterilen auch eine normalpollige Form dieser Sorte, die offenbar den kalifornischen Forschern vorgelegen hat.

Ähnliche Mißbildungen kommen nach JOHANSSON (1926) bei der der *Domestica*-gruppe angehörenden Pflaumensorte „Gemeine gelbe Pflaume“, einer schwedischen Lokalform, und nach CRANE (1927) bei Golden Esperen vor, die beide keinen Pollen auszubilden vermögen.

Noch häufiger sind ähnliche Abnormitäten unter den Zierformen dieser Gattung zu finden. BECKER (1920) hat sie untersucht und zusammengestellt. Häufig handelt es sich auch um mehr oder weniger vollständige Blütenfüllung auf Kosten der Staubblätter. Es gibt auch eine „Gefüllt blühende Reineclaude“, deren Staubgefäße teilweise in Kronblätter verwandelt sind.

Über Unvollkommenheit der weiblichen Geschlechtsorgane bei Kern- und Steinobstarten liegt eine Angabe von ALDERMAN (1926) vor. Er erwähnt einen stempellosen Bastard zwischen Zwergmandel (*Prunus nana* = *Amygdalus nana*) und Pfirsich, der von der Versuchsstation Minnesota unter dem Namen Manitou als Zierstrauch empfohlen wird. Wahrscheinlich haben auch die Kultursorten Vaterapfel ohne Kern, Lebruns Butterbirne und Rihas Kernlose vermindert funktionsfähige weibliche Organe. Nähere Untersuchungen sind mir nicht bekannt.

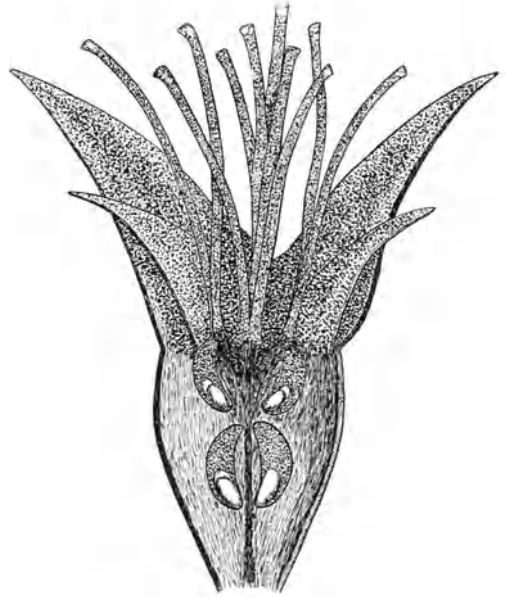


Abb. 34. „*Malus apetala*“. Längsschnitt durch eine Blüte; Staubblätter und Kronblätter fehlen. Von den 15 Griffeln sind 10 sichtbar. Die Samenanlagen stehen in zwei Stockwerken. (Nach PORTEAU: Pomologie française.)

b) Die Pollensterilität.

α) Untersuchung des Pollens in künstlichen Medien.

Die Pollenkeimung auf der Narbe und in künstlichen Medien. — Die möglichen Fehlerquellen bei der Untersuchung. — Das vom Verfasser eingeschlagene Verfahren. — Die geeigneten Zuckerkonzentrationen. — Die optimale Temperatur. — Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen hohe und tiefe Temperaturen, Feuchtigkeit und Trockenheit. — Lebensdauer des Pollens. — Schädigungen des Pollens durch Spritzflüssigkeiten.

Die erste Bedingung für das Zustandekommen einer Befruchtung liegt in der Keimung des Pollens. Bevor wir aber prüfen können, ob eine genügende Keimung des Pollens auf den Narben immer gewährleistet ist, haben wir die Aufgabe, zu untersuchen, von welchen Faktoren die Pollenkeimung abhängig sei, und unter welchen Bedingungen eine optimale Pollenkeimung stattfindet.

Zuerst wollen wir untersuchen, mit welcher Methodik man die Keimfähigkeit des Pollens einer beliebigen Obstsorte am besten feststellen könne, damit wir

nicht etwa eine mangelhafte Keimung, die infolge ungünstiger Keimungsbedingungen erhalten wurde, als Sorteneigentümlichkeit buchen und uns zu Täuschungen und Trugschlüssen verleiten lassen.

Man könnte versucht sein, zu verlangen, daß die Pollenkeimfähigkeit dadurch geprüft würde, daß man den Pollen auf die Narben der an den Bäumen sitzenden Blüten aussäe und dann auf diesen Narben, also dem natürlichen Keimungsmedium, den Prozentsatz der ausgekeimten Körner ermittle. Diese Methodik wäre aber schon aus technischen Gründen ungeeignet, denn die Beobachtung der Pollenkörner und -Schläuche wäre schwierig und zeitraubend. Es stehen dieser Methode aber auch wissenschaftliche Bedenken entgegen. Dieses natürliche Keimungsmedium wäre viel zu sehr äußeren Einflüssen ausgesetzt: bei feuchtem Wetter und am Morgen ist sehr wahrscheinlich die Narbenflüssigkeit konzentrierter als bei Sonnenschein und über Mittag. Der Zustand der Narbenflüssigkeit ändert sich wahrscheinlich auch mit dem Alter der Narben. Die Einhaltung einer bestimmten Temperatur, von der die Pollenkeimung als Lebensvorgang abhängig sein muß, wäre nicht möglich. Der Einwand, daß ja diese Faktoren auch in der Praxis im Obstgarten wirksam seien, und daß man mit ihnen bei der Befruchtung zu rechnen habe, ist natürlich nicht stichhaltig, da wir ja gerade wissen müssen, wie diese veränderlichen Umweltfaktoren auf die Pollenkeimung und damit auf die Befruchtung einwirken.

Wir stehen also vor der Aufgabe, ein geeignetes künstliches Medium für die Pollenkeimung zu suchen. Wenn wir uns fragen, was für Anforderungen daran gestellt werden müssen, so kommen wir zum Schlusse, daß es nicht nur eine gute Keimung des Pollens ermöglichen, sondern auch erlauben müsse, die hauptsächlichsten Faktoren, welche die Keimung beeinflussen könnten, konstant zu erhalten. Es muß ferner ermöglichen, *einen* dieser Faktoren beliebig variieren zu lassen, und zwar unter Konstanthaltung aller übrigen. Die Einhaltung der Temperatur ist im Laboratorium leicht möglich. Das Konstanthalten der Konzentration des Mediums ermöglichen wir dadurch, daß wir mit einer feuchten Kammer arbeiten. Es bleibt uns somit nur noch übrig, nach Chemikalien zu suchen, die sich als Keimungsmedium eignen. Da bekannt ist, daß die Narben zuckerhaltige Lösungen ausscheiden, denken wir zuerst an solche und finden, daß sich Rohrzuckerlösung, aber auch Dextrose (ALDERMAN 1915—16), vorzüglich eignet. Einige Versuchsansteller, z. B. BEAUMONT und KNIGHT (1922), setzen der Zuckerlösung noch Gelatine oder Agar zu. Ich selbst verzichtete mit vielen anderen darauf, weil ich keine Vorteile darin erblicken kann, wohl aber den Nachteil, daß damit ein neuer, unter Umständen störender Faktor hinzutritt. Die Konzentration der Gelatine oder des Agars ist zwar einigermaßen konstant zu erhalten, nicht aber ist z. B. ohne zeitraubende Nebenuntersuchungen eine bestimmte Wasserstoffionenkonzentration gewährleistet.

Auch ohne Gelatine und Agar ist mit aller Vorsicht zu arbeiten. Die Zuckerlösung darf nur mit einwandfreiem destilliertem Wasser hergestellt werden, da sich gezeigt hat (z. B. PASSECKER 1926), daß Brunnenwasser infolge seines Salzgehaltes sehr schädlich wirken kann. Auch wird es zweckmäßig sein, nur chemisch reine Zuckerarten zu verwenden. Zwar hatten wir bei Verwendung gewöhnlichen Würfelzuckers keine Beeinträchtigungen. Man darf die gleiche Lösung nicht zu lange Zeit verwenden, da Mikroorganismen störend einwirken könnten, und bekannt ist, daß sich Zuckerlösungen mit der Zeit am Licht verändern.

Andererseits muß beim Einsammeln des Pollens darauf geachtet werden, daß die hauptsächlichsten Bedingungen so gut als möglich gleichmäßig gehalten

werden. Vor allem wird man darauf achten müssen, daß man nur gleich alten Pollen miteinander vergleicht. Auch ist nicht ohne weiteres anzunehmen, daß der Pollen aller Blüten eines Baumes und aller Staubbeutel einer Blüte gleichwertig sei. Man hat also gute Mischproben des Pollens herzustellen.

Ich habe bei meinen Untersuchungen mit dem im folgenden beschriebenen Verfahren gute Erfahrungen gemacht, wobei selbstverständlich zugegeben wird, daß gewisse Abänderungen, wie sie von andern gebraucht werden, ein einwandfreies Arbeiten ebenfalls ermöglichen. Nur sollte bei Bekanntgabe von Pollenkeimfähigkeiten immer die Arbeitsmethode möglichst genau angegeben werden, damit die Resultate nachprüfbar und vergleichbar werden.

Wir stellen uns mit chemisch reiner Saccharose und destilliertem Wasser verschiedene Lösungen von bestimmter Konzentration her, die wir nach wenigen Tagen erneuern. Wollen wir die Pollenkeimfähigkeit einer bestimmten Sorte untersuchen, so gehen wir mit einer Petrischale oder einem ähnlichen Behälter in den Obstgarten, sammeln uns womöglich von Bäumen, die in der Vollblüte stehen, etwa 20 Blüten, welche die Blumenblätter schon geöffnet, aber die Staubbeutel noch geschlossen haben, und breiten diese möglichst bald auf einem Stück schwarzem Glanzpapier im Laboratorium aus. Nach einiger Zeit öffnen sich in der trockenen Luft viele Antheren. Wir stäuben sie durch Schütteln auf das schwarze Papier aus. Dadurch wird eine gute Mischung des Pollens erzielt.

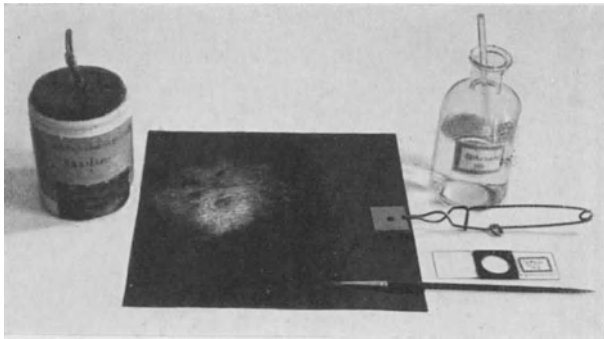


Abb. 35. Was zur Bestimmung der Pollenkeimfähigkeit benötigt wird. In der Mitte: ein Stück schwarzes Glanzpapier, auf dem der Pollen (heller Fleck) gesammelt wird. Links: Topf mit Vaseline. Rechts: Rohrzuckerlösung, Cornetsche Pinzette mit eingeklemmtem Deckglas, auf dem sich ein Zuckerwassertropfen befindet, Objektträger mit aufgeschliffenem Glasring und Pinsel. Original.

Muß man sich Pollen von auswärts per Post zustellen lassen, so erbittet man am besten ganze Zweige mit teilweise noch ungeöffneten Blüten. Bei loser und nicht zu trockener Verpackung in einer Kartonschachtel ertragen solche Zweige den Transport sehr gut. Man entfernt die alten Blüten und stellt die Zweige in Brunnenwasser. Nach kurzer Zeit öffnen sich die Blütenknospen und die Staubgefäße, und der Pollen kann gesammelt werden, wie es soeben beschrieben wurde. Seine Keimfähigkeit hat in keiner Weise gelitten.

Eine besonders rasche Untersuchung des auf dem Glanzpapier gesammelten Pollens ist nicht nötig, da er sich stundenlang hält, ohne daß seine Keimfähigkeit herabgemindert wird. Immerhin wird man den Pollen am gleichen Tage auf seine Keimfähigkeit untersuchen. Ich verwende dazu die in Abb. 35 dargestellten Objektträger mit aufgeklebtem Glasring von 18 mm Durchmesser und 2—3 mm Höhe. Auf ein in eine CORNETSche Pinzette eingeklemmtes Deckgläschen wird dann mit Hilfe eines Glasstäbchens ein Tropfen der Zuckerlösung gebracht und in diesem mit Hilfe eines Pinselchens eine Mischprobe des vorbereiteten Pollens möglichst rasch verteilt, damit nicht die Zuckerlösung durch Verdunstung die Konzentration verändert. Die Pinzette mit dem Deckgläschen wird dann rasch umgedreht und auf den vorher mit Vaseline eingestrichenen Schliff des Glasrings aufgedrückt, so daß der Verschluß luftdicht wird. In dieser feuchten

Kammer bleibt nun die Konzentration der Zuckerlösung, abgesehen von der unvermeidlichen Veränderung durch die heranwachsenden Pollenschläuche, konstant. Die Pollenmenge wählt man so, daß wenigstens 200—300 Körner im Tropfen vorhanden sind, denn soviel sollte man mindestens auszählen, um genügend exakte Werte zu erhalten. Zu viel Pollen darf man nicht aussäen, da sonst die Übersichtlichkeit des Präparates beeinträchtigt wird, so daß eine richtige Beobachtung der Pollenschläuche nicht möglich würde. Zudem wären die Lebensbedingungen für die Pollenschläuche ungünstiger.

Die Bedingungen sind mit dieser Methode sehr leicht konstant zu halten, und sie erscheint daher ideal. Dennoch bietet sie für viele Obstsorten nicht die optimalen Keimungsmöglichkeiten. Es fehlen dazu offenbar gewisse, durch die Narbe ausgeschiedene Reizstoffe. Es ist seit langem bekannt, daß Pollen in Zuckerlösungen mit Narbenfragmenten viel leichter keimt als in solchen ohne Narbenstücke. OSTERWALDER (1910) war wohl der erste, der diese an anderen Pflanzen gewonnenen Erfahrungen sich für die Pollenkeimung von Apfel- und Birnbaum nutzbar machte. Seither sind andere Autoren ihm gefolgt. Diese Art der Förderung der Keimung bedeutet aber vom versuchstechnischen Standpunkt aus eine Erschwerung, denn mit der Einführung der Narben schaffen wir uns eine neue Fehlerquelle, indem es z. B. nicht gleichgültig sein wird, ob wir eine ganze Narbe oder nur ein Narbenstück benutzen. Auch die Sorte, von der die Narbe stammt, ist vielleicht nicht gleichgültig. Der ersten Fehlermöglichkeit suchte ich dadurch aus dem Wege zu gehen, daß ich die Tropfen immer möglichst gleich groß wählte, immer eine ganze Narbe verwendete und diese immer möglichst nahe ihrem Köpfchen vom Griffel abschnitt, damit immer ungefähr gleich viel Griffelgewebe in den Tropfen gelangte. Dadurch lassen wir, wie BRANSCHIED (1929) mit Recht ausführt, aber auch Stoffe aus dem Griffelquerschnitt in den Tropfen diffundieren, die vielleicht auf die Pollenkeimung ihrerseits einwirken. Dieser Forscher zieht daher vor, lange Griffelstücke abzuschneiden und nur die Narbe in den Tropfen hineinragen zu lassen. Die zweite Fehlerquelle suchte ich dadurch auszuschalten, daß ich immer sorteneigene Narben verwendete. Dieser Weg erwies sich später als mehr oder weniger fehlerhaft, da sich ergab, daß die sorteneigene Narbe die Keimung nicht immer optimal fördert. Wir werden später bei der Besprechung der Selbststerilität noch auf diesen Punkt zurückkommen. Für vergleichende Untersuchungen spielt es aber keine große Rolle, wenn durch nicht sehr gut geeignete Narben in allen Präparaten nicht die maximal mögliche Keimung erlangt wird. Das Alter der verwendeten Narben hatte in Versuchen mit Kirschenpollen (KOBEL 1926c) keine Bedeutung.

Wir wollen nun anhand dieser Methode zuerst untersuchen, welche Rohrzuckerkonzentrationen für die einzelnen Arten und Sorten am geeignetsten sind. Im Jahre 1924 wurde vom Verfasser der Pollen von 20 *Apfelsorten* in 2,5-, 10- und 20proz. Rohrzuckerlösung untersucht. Es ergaben sich in allen drei Lösungen fast gleiche Keimprozentage. Der größte Unterschied zwischen 20- und 2,5proz. Lösung betrug für Stäfner Rosenapfel 22% (25% bzw. 3%); meist war die Differenz unter 10%. Es wurde aber in keinem einzigen Falle die größte Keimzahl in der niedrigst konzentrierten Lösung gefunden. Bei einer Untersuchung von 20 weiteren Sorten im Jahre 1926 (KOBEL 1926c) in 5-, 10- und 20proz. Lösung ergab sich ein ähnliches Bild; die Pollenkeimung ist in allen drei Konzentrationen praktisch gleich gut. Wir können daraus den Schluß ziehen, daß, sofern man mit Beigabe von Narben arbeitet, die Keimung zwischen 5% und 20% Rohrzuckergehalt nur in geringem Maße von der Konzentration abhängig ist.

Empfindlicher gegenüber der Konzentration des Mediums ist der Pollen der *Birnsorten*. Die größte Schwankung zwischen 2,5- und 20proz. Lösung betrug im Jahre 1924 bei 21 Sorten 53% (Blumenbachs Butterbirne und Vereins-Dechantsbirne). Die einzelnen Sorten zeigten bemerkenswerte Unterschiede. Während der Pollen von Vereins-Dechantsbirne und Blumenbachs Butterbirne in der niedrigsten Konzentration verhältnismäßig sehr schlecht keimte, ergab Fondante Thirriot in der verdünnten Lösung die besten Resultate. Ein ähnliches Bild ergab sich wiederum im Jahre 1926 mit 14 weiteren Sorten. Im allgemeinen dürfen wir sagen, daß der Birnpollen, unter Voraussetzung von im übrigen günstigen Bedingungen, in Konzentrationen zwischen 15% und 20% gut auskeimt.

Über die Keimung des *Quittenpollens* in verschiedenen Rohrzuckerkonzentrationen liegen bis jetzt noch wenig Beobachtungen vor. Mammut und Beretzki keimten (KOBEL 1926c) besser in 5-, als in 10- oder 20proz. Lösung. Die Differenz zwischen den beiden extremen Konzentrationen betrug 28% bzw. 27%.

Von 34 im Jahr 1926 untersuchten *Kirschensorten* (5-, 10- und 15proz.) keimten weitaus die meisten am besten in der 15proz. Lösung. Nur einige wenige, wie Prinzessinkirsche, Rigikirsche, Frühe Herzkirsche und Montmorency keimten besser bei 10%; doch betrug der Unterschied bei keiner der 4 Sorten mehr als 9%. Die Konzentration von 5% war für die meisten Sorten sehr ungünstig. Hochwertiger Pollen, wie derjenige von Schuhmacherkirsche, Sauerhähner, Knights Herzkirsche keimte kaum zu 1%. Nur wenige zeigten auch bei dieser niedrigsten Konzentration recht gute Keimung (Rigikirsche, Montmorency). Im allgemeinen dürfte eine 15proz. Lösung brauchbare Ergebnisse liefern.

Der Pollen der *Pflaumen* und *Zwetschgen* verhält sich gegenüber verschiedenen Rohrzuckerkonzentrationen ähnlich wie derjenige der Birnsorten. Einige zeigten bei 5, 10 und 15% Rohrzuckergehalt fast keine Unterschiede in der Keimzahl; eine solche Sorte ist Katalonischer Spilling. Andere wiederum keimen in 5proz. Lösung nur ganz spärlich aus, wie z. B. die Italienische Zwetschge. Unter 25 untersuchten Sorten wurde keine einzige gefunden, die am besten bei 5% Gehalt keimte. Bald liegt das Optimum näher bei 10%, bald näher bei 15%.

Die 13 vom Verfasser 1926 untersuchten *Pfirsichsorten* hatten alle die beste Pollenkeimung bei 10% Rohrzuckergehalt, während sie bei 5% und 15% meist wesentlich schlechtere Keimung aufwiesen. Man wird also bei Untersuchungen nicht wesentlich von 10% Rohrzuckergehalt abweichen. Über *Aprikosensorten* liegen noch wenig Beobachtungen vor. Diejenigen des Verfassers scheinen zu zeigen, daß das Optimum in der Nähe von 10% liegt.

TUFTS (1919) und TUFTS und PHILP (1922) machen auch Angaben über die Keimfähigkeit des Pollens von verschiedenen in Kalifornien gepflanzten *Mandelsorten*. Sie verwendeten aber einzig 12proz. Rohrzuckerlösung, wahrscheinlich ohne Beigabe von Narben. Sie fanden bei allen Sorten eine ordentliche Keimfähigkeit.

Wenn man mit bloßen Zuckerlösungen ohne Narben arbeitet, so verschieben sich die Zahlen oft nicht unwesentlich. Auffällig ist, wie aus den Zahlen von FLORIN (1920) und ZIEGLER und BRANSCHIEDT (1927) hervorgeht, daß die Unterschiede in der Zahl der gekeimten Körner ein und derselben Sorte in den verschiedenen Konzentrationen viel bedeutender sind als in unseren Versuchen, und daß vor allem das Optimum für die einzelnen Sorten ungleich ist. Daraus erklären sich auch die ungleichen Angaben für die optimalen Konzentrationen, besonders bei älteren Autoren (SANDSTEN 1909).

Aus den gemachten Angaben können wir zusammenfassend schließen, daß sich der Pollen der verschiedenen Obstarten gegenüber verschiedenen Zuckerkonzentrationen nicht gleich verhält. Worauf diese Unterschiede beruhen, läßt sich nicht ohne weiteres sagen. Wahrscheinlich ist, daß der Zucker nicht nur als Nährstoffquelle zu dienen hat, sondern daß er vor allem auch als osmotisch wirksame Substanz von Bedeutung ist; denn in destilliertem Wasser platzen die Pollenkörner zum größten Teil. Eine der Hauptbedingungen der Pollenkeimung wird also ein geeigneter osmotischer Druck der Lösung sein, der wohl von Art zu Art und Sorte zu Sorte verschieden sein kann und möglicherweise auch von den Umweltfaktoren abhängig ist. Zu diesem Schluß führen auch die Angaben von ZIEGLER und BRANSCHIEDT (1927), die bei ein und derselben Sorte bei verschiedener Herkunft nicht immer die gleiche Pollenkeimfähigkeit fanden.

Aus dem Platzen der Pollenkörner in reinem Wasser können wir schließen, daß eine der Gefahren, die den Pollenkörnern im Freien drohen, die Durchnässung ist, sei es, daß sie noch in den Staubbeuteln liegen oder an den eben geöffneten Antheren hängen, sei es, daß sie schon auf die Narben übertragen worden sind. Das Regenwasser wird ein Medium von so geringem osmotischem Wert schaffen, daß der Pollen platzt. Wir begreifen deshalb, daß feuchte Witterung, ganz abgesehen von der Hinderung des Insektenfluges, für die Befruchtung der Obstbäume von Nachteil sein muß. Dagegen soll die Gefahr der Auswaschung der Narbe nach HOOKER (1922) nicht groß sein.

Der Nährwert der Zuckerlösung ist für die Keimung selbst wohl nicht von großem Belang, da die Pollenkörner mit Nährstoffvorräten versehen sind.

Beobachtungen über andere Einflüsse auf die Pollenkeimung sind ziemlich reichlich durchgeführt worden. Sie wurden durch ZIEGLER und BRANSCHIEDT (1927) zusammengestellt. ADAMS (1926) und SANSTEN (1909) haben festgestellt, daß die Pollenkeimung der Apfel- und Birnsorten vom Licht nicht abhängig ist.

ADAMS stellte weiter als optimale Temperatur für die Keimung des Apfelpollens 21—23° C fest, während KNOWLTON und SEVY (1925) die beste Keimung bei 18—21° C fanden. Man kann also die Keimungsversuche sehr wohl bei Zimmertemperatur durchführen. Temperaturen von 25—30° C sollen nach KNOWLTON und SEVY die Pollenschläuche schädigen und daher den Fruchtansatz vermindern. ADAMS erhielt gelegentlich auch noch Keimungen des Apfelpollens bei Temperaturen zwischen 3,5° C und 7° C. Die Befruchtung braucht also im Freien auch bei niedrigen Temperaturen nicht verunmöglicht zu sein. Jedoch wird der ganze Vorgang mehr Zeit in Anspruch nehmen. KOBEL und SACHOFF (1929) erhielten bei ihren Befruchtungsversuchen mit Kirschen ebenso gute Ergebnisse, wenn sie die Bestäubung bei kühlem Wetter ausführten, wie bei sonnigem Wetter. Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegenüber hohen und tiefen Temperaturen sind mehrfach angestellt worden. Sie ergaben ganz allgemein, daß hohe Temperaturen schädlich wirken, daß dagegen der Pollen gegenüber niedrigen Temperaturen widerstandsfähig ist. Temperaturen von 1—2° C unter Null schaden beispielsweise dem Apfelpollen nicht. Er bleibt also unter Kälteeinflüssen, denen die weiblichen Organe unterliegen, am Leben. Wie weit aber der Feuchtigkeitsgehalt eine Rolle spielt, müßte erst noch untersucht werden. Allerdings ist nicht zu befürchten, daß kalte nasse Witterung auf die Keimfähigkeit des Pollens unserer Obstsorten einen so großen Einfluß ausübt, wie etwa bei Rebensorten (SARTORIUS 1926).

Noch widerstandsfähiger ist der Pollen gegenüber dem Austrocknen. Je trockener der Pollen aufbewahrt wird, desto länger ist er sogar lebensfähig. Die Versuche von SANDSTEN (1909) und CRANDALL (1912) zeigen, daß es bei-

spielsweise leicht möglich sein würde, den Pollen von Frühblüheren aufzubewahren, bis die letzten Spätblüher befruchtet werden könnten. Man konserviert den Pollen am besten offen im Exsiccator über konzentrierter Schwefelsäure oder Chlorcalcium. Man kann dazu noch die besondere Vorsicht walten lassen, ihn auf eine nicht benetzbare Fläche, z. B. auf eine mit Schellack überzogene Uhrschale zu bringen. Rebenpollen konnte auf diese Weise sogar mehrfach von einem Jahr zum andern lebensfähig erhalten werden, während er auf der nicht überzogenen Schale nach viel kürzerer Zeit die Keimfähigkeit verlor, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß sich an der Glasoberfläche sehr leicht eine dünne Wasserschicht bildet, die genügt, um den Pollen zu schädigen. Systematisch durchgeführte Versuche über die Lebensdauer des Pollens unserer Obstbäume sind nicht häufig durchgeführt worden. ALDER (1916) gibt an, daß einige Pollenkörner einer Birnsorte bei trockener Aufbewahrung noch nach 10 Wochen kurze Schläuche austrieben. KOSMANOFF (1929) hat Kirschenpollen über Chlorcalcium 107 Tage keimfähig erhalten. Praktisch wird man wohl nie in die Lage kommen, so lange warten zu müssen. In der freien Natur ist der Pollen bei weitem nicht so langlebig, da immer Feuchtigkeit vorhanden ist. Von einiger Bedeutung wäre hier die Untersuchung der Frage, wie lange der Pollen im Bienenstock lebendig bleibt, ob beispielsweise Pollen, der an einem Tage eingetragen wird, am anderen noch keimen könnte; denn es ist damit zu rechnen, daß geringe Pollenmengen auch aus dem Stock auf die Bäume mitgenommen werden.

Da immer die Gefahr besteht, daß bei Bespritzungsarbeiten von nicht sorgfältigen Leuten in die offenen Blüten gespritzt wird, und da durch den Regen auch geringe Mengen der vor der Blüte gespritzten Mittel auf die Narbe gelangen können, wäre es auch von Bedeutung, zu wissen, wie die Pollenkeimung von den Spritzflüssigkeiten, als welche hauptsächlich Schwefelkalkbrühe, Arsenpräparate und Kupferspritzmittel in Frage kommen, beeinflußt wird. ANNELIESE NIETHAMMER (1929) hat eine Anzahl im Handel vorkommende Spritzmittel auf ihre Wirkung auf die Pollenkeimung untersucht. Sie gab immer 1% des betreffenden Pflanzenschutzmittels zum Kulturmedium. Als schädlich für die Pollenkeimung erwiesen sich für Kern- und Steinobstarten Bleiarсениat und Nosprasen, ferner das kupferhaltige Mittel Nosperit, sowie Solbar, während Nicotinseife und die Schwefelkalkbrühe Radit sich in diesen Konzentrationen als unschädlich erwiesen. MAC DANIELS und FURR (1930) geben an, daß das Verstäuben von Schwefel die Pollenkeimung verhindere und einen geringen Fruchtansatz zur Folge habe.

β) Die cytologisch bedingte Pollensterilität.

Die Reduktionsteilung der triploiden Apfel- und Birnsorten. — Bestimmung der Chromosomenzahl bei abnorm-chromosomigen Sorten. — Entstehung der Triploidie. — Die Abkömmlinge von triploiden Sorten. — Der Pollen von triploiden Apfel- und Birnsorten. — Befruchtungsversuche mit solchem Pollen. — Listen guter und schlechter Pollenbildner. — Der Einfluß hoher Temperatur auf die Pollenbildung. — Abnorme Chromosomenverhältnisse bei Steinobstarten.

Die Bildung des Pollens, wie sie Seite 85—90 beschrieben wurde, stellt die Norm dar. Es gibt aber viele Abweichungen von dieser Norm, die wir der Konsequenzen halber, die sie für den praktischen Obstbau haben, etwas eingehender verfolgen müssen.

Beobachten wir die beiden Zellteilungen, die zur Bildung des Pollens führen, etwa bei den Apfelsorten *Gravensteiner*, *Bohnapfel*, *Schöner von Boskoop*, *Harberts Reinette* usw., oder bei den Birnsorten *Diels Butterbirne*, *Bärickerbirne*,

Hofratsbirne, Pastorenbirne u. a., so fällt uns gleich auf, daß die *Chromosomenzahl hier höher als 17 ist*. In den Platten der Reduktionsteilung finden wir bei derselben Sorte nicht immer dieselben Werte (Abb. 36a). Am häufigsten schwanken die Zahlen zwischen 20 und 24. Diese Inkonstanz liegt darin begründet, daß

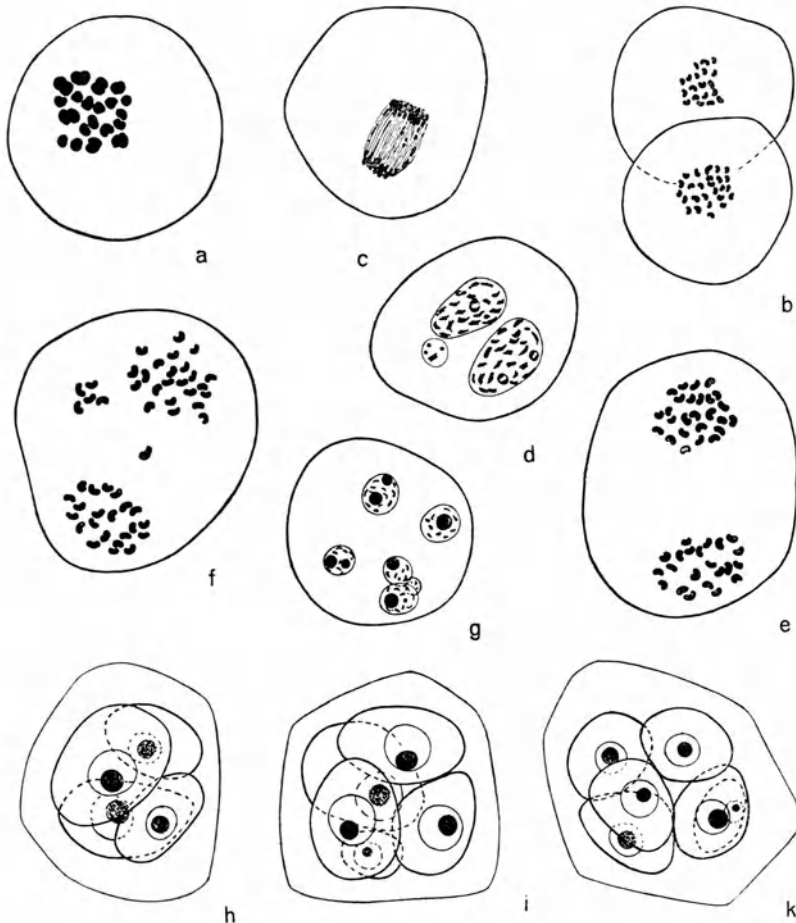


Abb. 36. Abnorme Pollenbildung bei triploiden Apfel- und Birnsorten (vgl. Abb. 29). a) Metaphase der Reduktionsteilung von Damasonreinette; die Chromosomen sind ungleich groß und ungleichwertig. b) Anaphase der Reduktionsteilung von Diels Butterbirne; es ist eine Gruppe mit 26 und eine mit 19 Chromosomen zählbar. c) Späte Anaphase der Reduktionsteilung von Pastorenbirne; es sind mehrere Chromosomen in der Teilungsspindel zurückgeblieben. d) Zweikernstadium von Pastorenbirne mit einem kleinen Nebenkern. e) Metaphase der zweiten Teilung von Wintercitronenapfel; in der einen Platte sind 22, in der anderen 26 Chromosomen zählbar. f) Gleiches Stadium von Bärkerbirne; es sind zwei Platten zu 23 und 22 Chromosomen zählbar, daneben finden sich 5 + 1 im Plasma ausgeschiedene. g) Abnormes Vierkernstadium von Bärkerbirne mit 6 Kernen. h) Vierzelliges Tetradenstadium von Pastorenbirne; es sind zwei große und zwei kleine Zellen vorhanden. i) Fünfzelliges Tetradenstadium von Bärkerbirne; die überzählige Zelle ist klein. k) Sechszelliges Tetradenstadium von Pastorenbirne. a, e und f nach Carminessigsäurepräparaten, die übrigen nach Mikrotomschnitten (FLEMING-HEIDENHAIN). Vergrößerung 1500. Original.

die Paarung im Diakinesestadium keine regelmäßige ist. Bei genauerem Zusehen beobachtet man auch, daß die einzelnen Chromosomen in den Platten auffallend ungleich groß sind. Sie sind nur zum Teil zweiwertig, zum Teil aber einwertig, drei- oder vier- und mehrwertig. Wir werden sehen, daß die Gesamtsumme der Chromosomen solcher Sorten $51 (= 3 \cdot 17)$ statt $34 (= 2 \cdot 17)$ beträgt. Diese Sorten werden deshalb als *triploide* bezeichnet.

Auch bei diploiden Sorten findet man übrigens, wie schon den früheren Beobachtern auffiel, und wie namentlich DARLINGTON und MOFFET (1930) in einer kürzlich erschienenen Veröffentlichung eingehend hervorheben, gelegentlich in der Metaphase der ersten Teilung drei-, vier- und sogar sechswertige Chromosomen. Die beiden englischen Forscher ziehen daraus weitgehende Schlüsse in bezug auf die phylogenetische Abstammung der Gattungen *Pyrus* und *Malus*. Die 34-chromosomigen Formen sollen auf die bei den Rosenblütlern vorkommende Grundzahl 7 zurückgehen. Vier der sieben wären viermal und drei sechsmal vertreten $[(4 \cdot 4) + (3 \cdot 6) = 16 + 18 = 34]$. Diese schon bei den Diploiden vorhandene Neigung zur Bildung vielwertiger Chromosomen bei der Reduktionsteilung ist nun bei den triploiden naturgemäß noch erhöht. Daneben kommen auch einwertige vor. Wie ungleich die Metaphasenplatten der Reduktionsteilung dieser triploiden Sorten zusammengesetzt sein können, ergibt eine Reihe von Beobachtungen von DARLINGTON und MOFFET (1930), die in Tabelle 15 wiedergegeben ist. Die richtige Interpretierung solcher Platten ist allerdings außerordentlich schwierig. In allen Fällen ergaben sich als Summe 51 Chromosomen. Wir werden auf diese Bestimmung noch zurückkommen.

Tabelle 15. Beobachtungen von Metaphasen der Reduktionsteilung bei triploiden Apfelsorten nach DARLINGTON und MOFFET (1930).
(Weitere Erklärungen im Text.)

Sorte	Chromosomen							
	1 wertige	2 wertige	3 wertige	4 wertige	5 wertige	6 wertige	7 wertige	8 wertige
GoldreINETTE von Blenheim:								
Platte 1	2	2	15					
„ 2	2	7	9	1				
„ 3	3	9	10					
„ 4	4	12	5	2				
„ 5	5	14	2	3				
„ 6	1	3	7	2		1		1
„ 7	2	5	7	1		1	1	
„ 8	5	10	6	3				
Ribston Pepping:								
Platte 1	3	4	11	2				
Baldwin:								
Platte 1	6	6	10	1				
„ 2	2	4	10	3				
„ 3	3	12	8					

Diese Abnormitäten in der Chromosomenzahl und in ihrer Paarung führen nun dazu, daß die Reduktionsteilung unregelmäßig wird. Es bleiben fast immer Chromosomen an der Spindel zurück (Abb. 36c). Manchmal rücken sie schließlich noch nach, häufig entstehen aber die beiden Kerne, bevor alle Chromosomen nachgerückt sind. Diese zurückgebliebenen bilden dann im Zweikernstadium kleine Gruppen oder liegen einzeln im Plasma (Abb. 36d). Auch im Verlauf der zweiten Teilung werden die ausgeschiedenen Chromosomen nicht mehr in die Kerne aufgenommen. Die Auszählung der Platten dieser Teilung, in denen nach DARLINGTON und MOFFET auch noch mehrwertige Chromosomen enthalten sind, ergibt die Zahl der Chromosomen, welche in die Pollenkörner geraten (Abb. 36e, f). Diese Zahl ist bei ein und derselben Sorte sehr verschieden und entspricht jedenfalls nur sehr selten der Normalzahl 17, da fast immer einige überzählige hinzutreten. Platten mit 28 und mehr Chromosomen sind bei den genannten Apfel- und Birnsorten keine Seltenheit. Die mehr oder weniger großen Gruppen von ausgeschiedenen Chromosomen verhalten sich gelegentlich

selbst wie richtige Platten und teilen sich. Manchmal umgeben sie sich auch direkt mit einer Kernmembran, so daß man bei diesen Sorten häufig an Stelle normaler Vierkernstadien fünf- bis siebenkernige Zellen findet (Abb. 36g). Die kleinen Nebenkernkerne ergeben oft kleine, überzählige Tetradenzellen (Abb. 36h, i, k) und schließlich kleine, krüppelige Pollenkörner.

Wo in den Vierkernstadien keine ausgeschiedenen Chromosomen vorhanden sind, fallen fast immer bedeutende Unregelmäßigkeiten in der Form und Größe der Kerne auf. Meist ist es leicht, die zwei aus derselben Teilung hervorgegangenen zu erkennen. Diese Ungleichheit erscheint uns leicht begreiflich, da eben die Verteilung der Chromosomen in der Reduktionsteilung, und damit die Zusammensetzung der Kerne des Zweikernstadiums eine ungleiche war. Auch

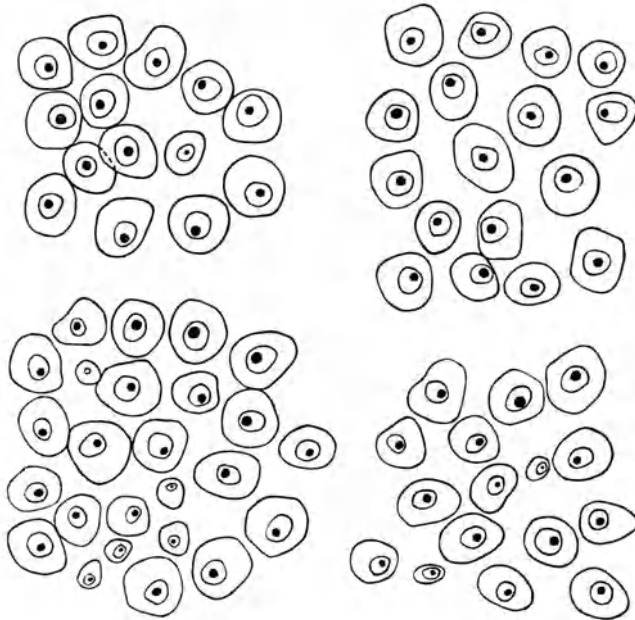


Abb. 37. Junger Pollen von diploiden und triploiden Birnsorten. Oben gleichmäßige Korngröße bei diploiden Sorten, links Vereins-Dechantsbirne, rechts Williams Christbirne. Unten ungleichmäßige Korngröße bei triploiden Sorten, links Theilersbirne, rechts Bärikbirne. Vergrößerung 400. Original.

die aus den vierzähligen Vierkernstadien hervorgehenden Tetradenzellen und Pollenkörner sind daher ungleich groß und ungleichwertig.

Es ist uns nach allem nun leicht verständlich, daß der Pollen von solchen Sorten sehr unausgeglichen aussehen muß. Neben Krüppelkörnern, die nur einige wenige Chromosomen enthalten, kommen solche mit Zahlen von 17—30 und mehr vor. Tatsächlich erkennt man auch ohne große Übung Apfel- und Birnsorten mit abnormen Chromosomenzahlen schon an der Mischkörnigkeit des Pollens.

Die genaue Feststellung der Chromosomenzahl stößt bei solchen Sorten auf Schwierigkeiten. Die Stadien der Pollenbildung, welche in anderen Fällen für die Zählung geeignet sind, ergeben wenig zuverlässige Resultate. Das Diakinesisstadium fällt außer Betracht, da in den besten Präparaten die Wertigkeit der Chromosomen nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist. Die Metaphase der Reduktionsteilung wurde von HEILBORN (1928), sowie neuerdings von DARLINGTON und MOFFET (1930) zur Zählung benutzt. Die Interpretierung der Platten ist aber äußerst schwierig, um so mehr, als die Chromosomen meist nicht ordentlich in einer Ebene liegen. Die Interpretierung der Wertigkeit der einzelnen Chromosomen wird zudem noch dadurch erschwert, daß auch normalerweise Größenunterschiede zwischen den einzelnen Chromosomen vorkommen.

KOBEL (1926, 1927) wählte zur Zählung zur Hauptsache Anaphasen der ersten Teilung und Metaphasen der zweiten. Wenn die beiden Tochterplatten der ersten Teilung polwärts wandern, und wir sie in Polansicht vor uns haben, sind sie nicht allzu schwer zählbar. Auch in der Spindel zurückgebliebene Chro-

mosomen findet man bei entsprechender Einstellung. Allein diese Zählung ist ebenfalls unsicher, weil wir in den Platten sowohl ungeteilte zweiwertige Chromosomen vor uns haben können, als auch geteilte einwertige. Da die Zahlen, welche der Verfasser bestimmt hat, sich zumeist als zu niedrig erwiesen haben, scheint die erste Möglichkeit häufiger zu sein. Die Metaphasen der zweiten Teilung erlauben ebenfalls keine zuverlässigen Zählungen, weil inzwischen ausgeschiedene Chromosomen durch das Plasma resorbiert sein können, und die Wertigkeit der in den Platten liegenden nicht mit Sicherheit bestimmbar ist.

Die Chromosomenzahlen, welche der Verfasser auf Grund der Beobachtungen der Pollenbildung bestimmt hat, können daher nur annähernd richtig sein. Die errechneten Diploidzahlen schwankten zwischen $2n = 42$ für Ribston Pepping und Warners King und $2n = 55$ für Pastorenbirne. Für die Birnsorte Alexander Lucas zählte FLORIN (1927) 56 Chromosomen.

Sichere Zahlen ergeben sich für solche abnormchromosomige Sorten nur bei Bestimmung der Chromosomenzahl in vegetativen Zellen, in denen direkt die Diploidzahl beobachtet werden kann. RYBIN hat als erster bei der Kanadareinette auf diese Weise 51 Chromosomen gefunden. Durch die Untersuchungen von RYBIN (R.), NEBEL (N.), CRANE und LAWRENCE (C. und L.) und KOBEL (K., unveröffentlichte Beobachtungen) wurde diese Zahl bis jetzt gefunden bei:

Baldwin (N.)	Kanadareinette (R.)
Bramleys Seedling (C. u. L.)	Ribston Pepping (N., K.)
Bühlers Erdbeerapfel (K.)	Schöner von Boskoop (N.)
Genet Moyle (C. u. L.)	Wintercitronenapfel (K.)
GoldreINETTE von Blenheim (C. u. L.)	Bohnapfel (K.)
Gravensteiner (N.)	Menznauer Jägerapfel (K.)

Es erscheint demnach, daß die Kulturapfelsorten in ihren vegetativen Zellen entweder 34 oder 51 Chromosomen enthalten, und daß Zahlen zwischen 34 und 51, entgegen der früheren Annahme des Verfassers, nicht oder nur selten vorkommen. Das gleiche gilt wohl auch für die Birnsorten, bei denen bis jetzt keine Zählungen an somatischen Platten vorliegen.

Die Zahl 51 kommt wohl dadurch zustande, daß sich eine Geschlechtszelle mit 17 Chromosomen mit einer 34-chromosomigen vereinigt. Solche doppelchromosomige (diploide) Geschlechtszellen kommen zustande, wenn die Reduktionsteilung unterbleibt. KOBEL (1927) hat ihre Entstehung bei einer Zierform (*Prunus Pissardi Moseri*) beobachten können. Im Diakinesestadium bleiben die Chromosomen ungepaart, und statt der Reduktionsteilung findet eine gewöhnliche Teilung statt. Die beiden entstehenden Tochterzellen teilen sich nicht weiter, so daß statt einer Tetrade mit vier reduzierten Zellkernen eine Dyade mit zwei nicht reduzierten entsteht. Die beiden Dyadenzellen vermögen sich zu keimfähigen Pollenkörnern weiter zu entwickeln, die nun Geschlechtskerne mit der diploiden Chromosomenzahl enthalten müssen. Solche Pollenkörner zeichnen sich durch besondere Größe aus und sind in den Pollenpräparaten als Riesenkörner erkennbar.

Da nicht nur bei Kultursorten aus der Gruppe des Steinobstes, sondern auch bei Apfel- und Birnsorten unter den Tetraden solche Dyaden gefunden wurden, ist das Vorkommen der 51 chromosomigen Kultursorten, die wir in der Folge als *triploide* Sorten bezeichnen wollen, begreiflich.

KOBEL (1927) hat gefunden, daß neben den diploiden männlichen Geschlechtszellen auch diploide Eizellen vorkommen können. Bei der Apfelsorte *Transparent von Croncels* vermögen sie sich, wie wir bei anderer Gelegenheit sehen werden, auch ohne Befruchtung zu entwickeln. Sie sind somit nicht befruchtungsbedürftig; ob sie aber befruchtungsfähig sind, wissen wir noch nicht.

Daß die Entstehung triploider Sorten aus diploiden möglich ist, hat RYBIN (1927), der in den Wurzelspitzen je eines Sämlings der 34-chromosomigen Sorten Wintergoldparmäne und Champagner-Reinette 51 Chromosomen zählte, nachgewiesen.

Es wäre schließlich auch noch denkbar, daß triploide Kultursorten durch Bastardierung von diploiden mit tetraploiden Wildformen entstanden sind. Diejenigen Arten, die als Stammformen für unsere Kultursorten in Frage kommen, *Malus pumila*, *M. sylvestris* und allenfalls noch *Malus baccata*, sind aber diploid. Die auf S. 88 erwähnten tetraploiden Arten kommen als Stammformen nicht in Frage.

Die triploiden Sorten bilden Geschlechtszellen mit Chromosomenzahlen zwischen einigen wenigen bis 34 und vielleicht gelegentlich noch mehr. Davon sind, wie wir sehen werden, nur wenige entwicklungsfähig. Da aber keimfähige Samen entstehen, fragt es sich, welche Chromosomenzahlen in den entstehenden Sämlingen vorhanden seien. Sicher kommen darunter diploide Rückschläge vor. So hat Cox' Orangenreinette, ein Sämling des triploiden Ribston Pepping, 34 Chromosomen. Ein Teil ist vielleicht auch wiederum triploid. Es war aber zu vermuten, daß auch Sämlinge mit Chromosomenzahlen entstehen, die von 34 als der diploiden und 51 als der triploiden abweichen. DAHL und JOHANSSON (1924) fanden bereits unter den Sämlingen von triploiden Sorten auffallend viele schwachwüchsige. CRANE und LAWRENCE (1930) bestätigten diese auch von anderen Forschern gemachte Beobachtung. DARLINGTON und MOFFET (1930) untersuchten die Chromosomenzahlen in den Wurzelspitzen der 13 erhaltenen Sämlinge der triploiden Sorte Crimson Bramley, die alle auffallend schwachwüchsig waren. Sie fanden:

2 Sämlinge mit 38 Chromosomen	1 Sämling mit 43 Chromosomen
1 " " 39 "	1 " " 46 "
3 " " 40 "	1 " " 47 "
4 " " 41 "	

Formen mit Chromosomenzahlen, die zwischen 34 und 51 liegen, sind demnach möglich, jedoch anscheinend nicht so lebensfähig wie die diploiden und triploiden und daher als Kultursorten nicht brauchbar.

Bevor wir untersuchen, ob auch bei unseren Steinobstsorten solche Abnormitäten in der Pollenbildung vorkommen, wollen wir den Konsequenzen nachgehen, welche diese Abnormitäten bei Apfel- und Birnsorten haben. Wir fanden, daß die Pollenkörner selten die normale Chromosomenzahl 17 enthalten, und daß aus überzähligen Tetradenzellen zahlreiche kleine Körner entstehen.

Untersuchen wir den reifen Pollen unter dem Mikroskop, so finden wir bei den triploiden Sorten immer eine auffallende Ungleichheit der Korngröße, während der Pollen der diploiden Sorten fast immer eine auffallende Gleichmäßigkeit aufweist und wenig kleine oder geschrumpfte Körner enthält. FLORIN (1927) gibt beispielsweise für die triploide Birnsorte Alexander Lucas folgendes Pollenbild:

4,6% der Pollenkörner sind plasmareich, quellen auf und besitzen 1—3 Keimporen.

55% der Körner sind plasmareich, quellen auf, besitzen aber keine Keimporen.

23,7% der Körner quellen zwar auf, ihr plasmatischer Inhalt ist aber mehr oder weniger mangelhaft.

14,7% der Körner sind geschrumpft und enthalten weder Keimporen noch plasmatischen Inhalt.

Bestimmen wir nun in der im vorangehenden Abschnitt dargelegten Weise die Pollenkeimfähigkeit bei diploiden und triploiden Apfel- und Birnsorten, so sind wir nicht verwundert, wenn wir zwischen beiden Gruppen sehr wesentliche Unterschiede finden. Die triploiden Sorten zeichnen sich in der Tat durch eine sehr verminderte Keimfähigkeit ihres Pollens aus. Wir wählen als Beispiel die Untersuchungen von KOBEL (1924, 1926, 1927 und 1930) und stellen die Ergebnisse in Tabelle 16 zusammen:

Tabelle 16. Zusammenhang zwischen Chromosomensatz, Pollenkeimfähigkeit und Pollenbild.

Es wird das höchste, in verschiedenen Konzentrationen bestimmte Keimprozent angegeben. * bedeutet, daß die Zahl von ZIEGLER und BRANSCHIEDT (1927) bestimmt wurde. Alle übrigen Zahlen nach eigenen Untersuchungen.

Sorte	Pollen- keimfähigkeit %	Chromosomen- satz	Pollenbild
<i>Apfelsorten:</i>			
Berner Rosenapfel	97	diploid	sehr gleichmäßig
Weißer Klarapfel	92	„	„ „
Weißer Astrachan	85	„	gleichmäßig
Cellini	82	„	„
Danziger Kantapfel	77	„	Körner teilweise klein
Muskat-Reinette	76	„	gleichmäßig
Kasseler Reinette	72	„	recht gleichmäßig
Ontario-Reinette	68	„	gleichmäßig
Sommer-Gewürzapfel	60	„	ungleichmäßig
Transparent von Croncels	55	„	„
Pfirsichroter Sommerapfel	50	„	„
Baumanns Reinette	50	„	etwas ungleichmäßig
Menznauer Jägerapfel	34	triploid	ungleichmäßig
Warners King	27	„	ziemlich ungleichmäßig
Stäfner Rosenapfel	25	„	„ „
Ribston Pepping	23*	„	ungleichmäßig
Damason-Reinette	23	„	„
Wintercitronenapfel	21	„	„
Harberts Reinette	16	„	„
Roter Eiserapfel	16	„	„
Jacques Lebel	13	„	„
Schöner von Boskoop	13	„	„
Baldwin	11	„	„
Bohnapfel	10	„	sehr ungleichmäßig
Gravensteiner, gelber	7	„	„ „
Kanada-Reinette	4	„	ungleichmäßig
<i>Birnsorten:</i>			
Vereins-Dechantsbirne	78	diploid	gleichmäßig
Gellerts Butterbirne	72	„	recht gleichmäßig
Gute Luise von Avrenches	54	„	etwas ungleichmäßig
André Desportes	54	„	„ „
Williams Christbirne	46	„	gleichmäßig
Lebruns Butterbirne	43	„	etwas ungleichmäßig
Neue Poiteau	31	„	„
Fondante Thirriot	31	„	ziemlich ungleichmäßig
Hardenponts Butterbirne	31	„	ungleichmäßig
Frühe von Trévoux	29	„	„
Amanlis Butterbirne	25*	triploid	„
Theilersbirne	22	„	ungleichmäßig
Hofratsbirne	13	„	„
Schweizer Wasserbirne	13	„	„
Bärkerbirne	11	„	„
Diels Butterbirne	6	„	sehr ungleichmäßig
Pastorenbirne	4	„	„ „

Es geht aus dieser Zusammenstellung sehr deutlich hervor, daß die Pollenkeimfähigkeit der diploiden Sorten (34 Chromosomen) besser ist als diejenige der triploiden (Abb. 38). Diese 51 chromosomigen Sorten haben nie hochwertigen, in der Korngröße ausgeglichenen Pollen. Umgekehrt kommen aber auch bei den diploiden gelegentlich recht niedrige Keimfähigkeiten und recht unausgeglichene Pollenbilder vor. Solche Fälle sind allerdings in der Zusammenstellung besonders häufig enthalten, weil ihre cytologische Untersuchung interessant

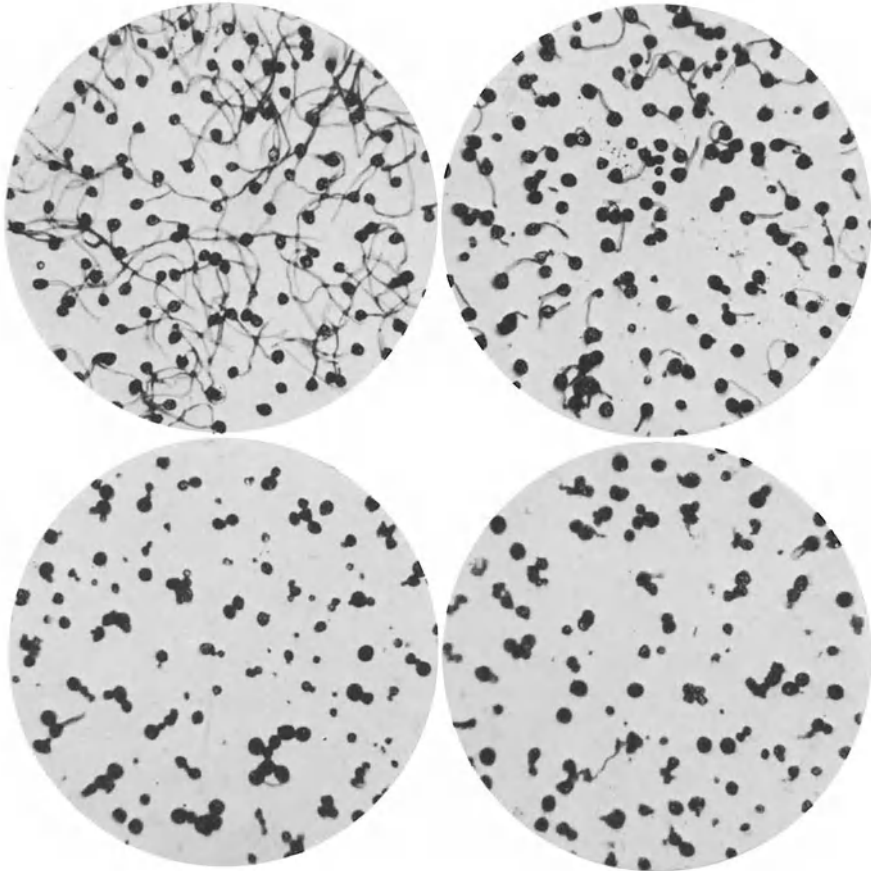


Abb. 38. Pollenkeimung bei diploiden und triploiden Apfelsorten 4 Stunden nach der Aussaat in 10proz. Rohrzuckerlösung. Oben: diploide Sorten, links sehr gute Keimung bei Thurgauer Weinapfel, rechts mittelgute Keimung bei Fraurotacher. Unten: triploide Sorten mit sehr geringer Keimung und ungleichmäßigem Pollen, links von Jakob-Lebel-, rechts von Menznauer Jägerapfel. Mikrophographien. Vergrößerung ca. 50mal. Original.

erschien. Wir werden auf diese Vorkommnisse im nächsten Abschnitt eingehend zurückkommen. In Wirklichkeit ist aber die Pollenkeimung der diploiden Sorten durchschnittlich viel höher, als aus der Zusammenstellung hervorzugehen scheint.

Für uns stellt sich nun die wichtige Frage, ob der Pollen der triploiden Sorten trotz seiner weitgehenden Sterilität noch genügend befruchtungsfähig sei. Es lagen schon aus dem letzten Jahrzehnt des verflossenen und aus den beiden ersten des laufenden Jahrhunderts recht zahlreiche Befruchtungsversuche mit Apfelsorten vor, so von WAITE, EWERT und MÜLLER-THURGAU. Zudem hatte MÜLLER-THURGAU (1901—1903) wohl als erster schon vor 30 Jahren beobachtet, daß der Pollen von Kernobstsorten in künstlichen Medien oft nicht zum Keimen

zu bringen ist. Auch BOOTH (1906) und OSTERWALDER (1910) hatten die gleiche Beobachtung schon frühzeitig gemacht. Niemand hat aber die Konsequenzen gezogen und die geringe Pollenkeimfähigkeit mit der Befruchtungsfähigkeit in Zusammenhang gebracht. Erst AUCHTER (1921) und KOBEL (1924, 1926) bewiesen, daß Apfelpollen, der in geeigneten künstlichen Medien nicht keimt, auch für die Befruchtung nicht tauglich ist. Die Befruchtungsversuche ergaben in Wädenswil bei Verwendung von gutem Pollen, der meist von Berner Rosenapfel stammte, einen durchschnittlichen Fruchtansatz von 13%, bei Verwendung von Pollen von triploiden Sorten (Schöner von Boskoop, Gravensteiner, Bohnapfel, Wintercitronenapfel) einen solchen von nur 1 $\frac{1}{2}$ %.

Die Versuche ausländischer Forscher führten zu ähnlichen Ergebnissen, was an hand derjenigen von CRANE und seinen Mitarbeitern in England und HOWLETT (1927) dargetan sei. Zieht man aus den Tabellen von CRANE und LAWRENCE (1929) die Kombinationen diploid \times diploid heraus und stellt sie den Kombinationen diploid \times triploid gegenüber, so gelangt man zu den in Tabelle 17 zusammengestellten Ergebnissen.

Tabelle 17.
Befruchtungsversuche mit diploiden und triploiden Apfelsorten nach CRANE.

Kombination	Anzahl Blüten	Anzahl Früchte	Ansatz %	Gute Samen	
				Total	je Frucht
Diploid \times diploid.					
Golden Spire \times Schöner von Bath	61	10	16	76	7,6
Royal Jubilee \times Northern Greening	70	10	14	64	6,4
Royal Jubilee \times Lanes Prince Albert	62	10	16	54	5,4
Encore \times Kings Acre Pippin	12	3	25	17	5,6
Brownlees Russet \times Reverend W. Wilks	94	2	2	11	5,5
Cox' Orangen-Reinette \times Reverend W. Wilks	132	9	7	42	4,6
Cox' Orangen-Reinette \times Stirling Castle	45	7	16	36	5,1
Cox' Orangen-Reinette \times Stürmers Pepping	300	26	9	86	3,3
Cox' Orangen-Reinette \times Lanes Prince Albert	257	26	10	57	2,7
Cox' Orangen-Reinette \times Newton Wonder	150	14	9	33	2,2
Cox' Orangen-Reinette \times Peasgoods Nonsuch	89	10	11	29	2,9
Cox' Orangen-Reinette \times St. Everard	160	10	6	8	0,8
Stürmers Pepping \times Cox' Orangen-Reinette	130	14	11	82	5,8
Lanes Prince Albert \times Cox' Orangen-Reinette	352	22	6	35	1,6
Lanes Prince Albert \times Charles Ross	159	10	6	4	0,4
Winter Ribston \times Cox' Orangen-Reinette	101	14	14	26	2,6
Winter Ribston \times Encore	56	6	11	11	1,8
Total bzw. Durchschnitt:	2230	203	9,1	671	3,3
Diploid \times triploid.					
Cox' Orangen-Reinette \times Goldreinette von Blenheim	454	40	9	36	1,0
Cox' Orangen-Reinette \times Crimson Bramley	180	18	10	24	1,4
Norfolk Beauty \times Crimson Bramley	147	2	1	1	0,5
Lanes Prince Albert \times Goldreinette von Blenheim	220	20	9	55	2,8
Peasgoods Nonsuch \times Goldreinette von Blenheim	42	2	5	4	2,0
Total bzw. Durchschnitt:	1043	82	7,8	120	1,5

Das auffallende Ergebnis dieser Zusammenstellung ist, daß der durchschnittliche Samengehalt nach Bestäubung mit diploiden Sorten ein recht hoher, 3,3 je Frucht, ist, während er nach Bestäubung mit triploiden nur 1,5 beträgt. Die Befruchtungsfähigkeit des diploiden Pollens war also auch in diesen Versuchen eine wesentlich größere. Dennoch ist der Unterschied im Fruchtansatz ein recht geringer: die mit diploidem Pollen bestäubten Sorten setzten durchschnittlich 9,1% Früchte an, die mit triploidem bestäubten dagegen 7,8%. Der

Fruchtansatz geht in diesen Versuchen nicht parallel mit der Befruchtung. Dies dürfte auf die Verwendung von Topfobstbäumen zurückzuführen sein, die erfahrungsgemäß weitgehend zu Parthenokarpie neigen und also auch bei schlechter Befruchtung noch in der Lage sind, Früchte auszureifen. Umgekehrt sind sie ihrer geringen Blattfläche wegen nicht fähig, große Fruchtmengen zu ernähren, was der geringe Ansatz von 9,1% bei ausreichender Bestäubung zeigt. Man muß daher bei der Übertragung der Untersuchungsergebnisse von CRANE auf den Feldobstbau einige Vorsicht walten lassen.

Bessere Aufschlüsse über den Wert des Pollens von triploiden Sorten geben uns die zahlreichen Versuche von HOWLETT (1927), der mit Feldobstbäumen gearbeitet hat. Leider gibt er, wie die meisten amerikanischen Forscher, den Samengehalt der Früchte nicht an. Ich entnehme den ausgedehnten Zusammenstellungen nur die Befruchtungsversuche mit Baldwin, Grimes Golden, Jonathan und Wealthy als Muttersorten. Die gleiche Kombination wurde von HOWLETT meist an verschiedenen Bäumen und auch an verschiedenen Orten wiederholt. Da sich im wesentlichen immer dieselben Resultate ergaben, sind in der

Tabelle 18.
Befruchtungsversuche mit guten und schlechten Pollenbildnern nach HOWLETT.

Bestäubung mit guten Pollenbildnern				Bestäubung mit schlechten Pollenbildnern			
Kombination	Anzahl Blüten	Anzahl Früchte	Ansatz %	Kombination	Anzahl Blüten	Anzahl Früchte	Ansatz %
<i>Baldwin</i> ×				<i>Baldwin</i> ×			
Grimes Golden . .	306	186	61	Stayman Winesap .	64	0	0
Jonathan	412	130	32	Banks (= Roter			
Wealthy	96	55	52	Gravensteiner) .	58	0	0
Delicious	936	590	63	Ohio Nonpareil . .	58	0	0
Ensee	48	39	81	Rh. Island Greening	144	3	2,1
MacIntosh	210	67	32				
Yellow Transparent	92	38	41				
Total bzw. Mittel:	2100	1105	53	Total bzw. Mittel:	324	3	0,9
<i>Grimes Golden</i> ×				<i>Grimes Golden</i> ×			
Jonathan	10	3	30	Baldwin	162	2	1,2
Wealthy	86	8	9	Ohio Nonpareil . .	56	0	0
Delicious	144	45	31	Rh. Island Greening	124	3	2,4
MacIntosh	142	24	17				
Ensee	44	22	50				
Golden Delicious . .	96	48	50				
Rome Beauty	96	16	18				
Total bzw. Mittel:	618	166	27	Total bzw. Mittel:	342	5	1,5
<i>Jonathan</i> ×				<i>Jonathan</i> ×			
Grimes Golden . .	168	49	29	Stayman Winesap .	96	3	3,1
Delicious	248	82	33	Rh. Island Greening	100	1	1,0
MacIntosh	266	62	23	Baldwin	260	0	0
Yellow Transparent	100	22	22				
Golden Delicious . .	38	26	68				
Total bzw. Mittel:	820	241	29	Total bzw. Mittel:	456	4	0,9
<i>Wealthy</i> ×				<i>Wealthy</i> ×			
Grimes Golden . .	192	61	32	Ohio Nonpareil . .	84	3	3,6
Jonathan	98	33	34	Baldwin	276	2	0,7
Delicious	50	32	64	Nero	64	0	0
Golden Delicious . .	46	17	37				
Rome Beauty	58	20	34				
Total bzw. Mittel:	444	163	37	Total bzw. Mittel:	424	5	1,2

vorstehenden Zusammenstellung die gleichen Kombinationen nicht getrennt aufgeführt. HOWLETT hat bei einem Teil seiner Versuche, wie allgemein üblich, die entmannten Blüten mit Tüten vor dem Insektenbesuch geschützt, bei andern hat er nach dem Vorgehen von SAX und andern nur die Blütenblätter entfernt, da die Bienen die des Schauapparates beraubten Blüten nicht oder wenigstens sehr selten aufsuchen. Es sind nur die Versuche mit eingetüteten Blüten in die Zusammenstellung übernommen worden.

Hier zeigen nun die Ergebnisse ein ganz anderes Bild als bei den Versuchen von CRANE: Die Ansätze nach Bestäubung mit Pollen von triploiden Sorten sind erschreckend gering, während diejenigen nach Bestäubung mit vollwertigem Pollen als hoch bis sehr hoch bezeichnet werden können. Diese Versuche demonstrieren mit aller wünschbaren Schärfe die Untauglichkeit des Pollens von triploiden Sorten.

Die Untersuchungen von SAX (1922), KEIL (1923), AUCHTER und SCHRADER (1925), BACH (1928) u. a. führten, wenn sie auch mit anderer Fragestellung durchgeführt wurden, ebenfalls zum Schluß, daß die cytologisch bedingte Pollensterilität beim Apfelbaum von sehr großer Bedeutung ist.

Entsprechende Versuche mit Birnen sind nicht so zahlreich durchgeführt worden. Wo nicht die durchschnittliche Kernzahl der erhaltenen Früchte angegeben ist, sind infolge der oft sehr hochgradigen Parthenokarpie große Unklarheiten zu erwarten und tatsächlich auch vorhanden. Doch zeigen z. B. die Versuche von KAMLAH (1928), daß auch der Pollen von triploiden Birnsorten zur Befruchtung untauglich ist. E. H. FLORIN erhielt bei Verwendung der triploiden Sorte Pitmaston als Pollenlieferant stets negative Resultate.

Wir sollten eigentlich eine größere Befruchtungsfähigkeit des Pollens der triploiden Sorten erwarten; denn bei einer Keimfähigkeit von 15—30% sollten infolge der großen Überproduktion von Pollen genügend keimfähige Körner auf die Narbe gelangen. Aber schon bei den Keimungen in künstlichen Medien fällt auf, daß die Keimschläuche triploider Sorten zum größten Teil kurz bleiben. Sie sind zudem meist auffallend dick und oft mißgestaltet. Dies hängt offenbar mit der abnormen cytologischen Zusammensetzung ihrer Kerne zusammen; denn wir haben gesehen, daß diese nur sehr selten die Normalzahl von 17 Chromosomen enthalten. Auch wenn die Schläuche in das Griffelgewebe eingedrungen sind, vermögen sie sich offenbar nur zu einem geringen Teil weiter zu entwickeln. *Die Befruchtungsfähigkeit des Pollens von triploiden Apfel- und Birnsorten ist noch weit geringer, als aus seiner Keimfähigkeit hervorzugehen scheint.*

Wir ziehen aus diesen Beobachtungen den Schluß, daß in jeder Apfel- oder Birnpflanzung genügend diploide Sorten als gute Pollenbildner zugegen sein müssen. Wie wir sehen werden, kommen sortenreine Pflanzungen infolge der weitgehenden Selbststerilität nicht in Frage. Wären in einer Pflanzung nur triploide Sorten vorhanden, so könnte eine ausreichende Befruchtung ebenfalls nicht stattfinden. Ist nur *eine* diploide Sorte zugegen, so vermag sie die gleichzeitig blühenden triploiden Sorten zu befruchten, kann aber selbst nicht befruchtet werden. Es müssen daher in jeder Pflanzung wenigstens zwei gleichzeitig blühende gute Pollenbildner in genügender Zahl und in nicht zu großer Entfernung zugegen sein. Wir werden auf diese Fragen in einem anderen Abschnitt zurückkommen.

Welche Folgen eintreten, wenn diesen Anforderungen nicht Genüge geleistet ist, mag an einem Beispiel dargelegt werden, das JANSON-Eisenach aus Schweden bekanntgab. Ein Obstpflanzler wollte die diploide Sorte Cox' Orangen-Reinette anpflanzen. Um aber eine Sortenmischung zu haben, bepflanzte er jede 3. Reihe mit der uns als triploid bekannten Goldreinette von Blenheim. Die Anlage umfaßte 1024 Bäume. Auf der einen Seite grenzte sie an einen

alten Baumgarten mit buntem Sortengemisch, auf den anderen Seiten waren dagegen keine Obstbäume vorhanden. In dieser Anlage konnte nun die Blenheim-Reinette durch die Cox' Orangen-Reinette befruchtet werden, nicht aber umgekehrt. Eine Befruchtung der Cox' Orangen-Reinette war nur vom alten Obstgarten her möglich. In der Tat setzte diese Sorte in den der alten Pflanzung benachbarten Reihen gute Ernten an. Diese nahmen aber in größerer Entfernung mehr und mehr ab. Während die beiden der alten Pflanzung am nächsten stehenden Reihen zusammen 275 Liter Früchte trugen, sank der Ertrag in dem von der alten Pflanzung entferntesten Teil auf 10—20 Liter für je zwei benachbarte Reihen. Die Einzelheiten sind aus Abb. 39 ersichtlich.

Da es für den Obstpflanzler wichtig ist, zu wissen, welche Sorten diploid sind, und als gute Pollenspender in Betracht kommen können, wurden die bisher

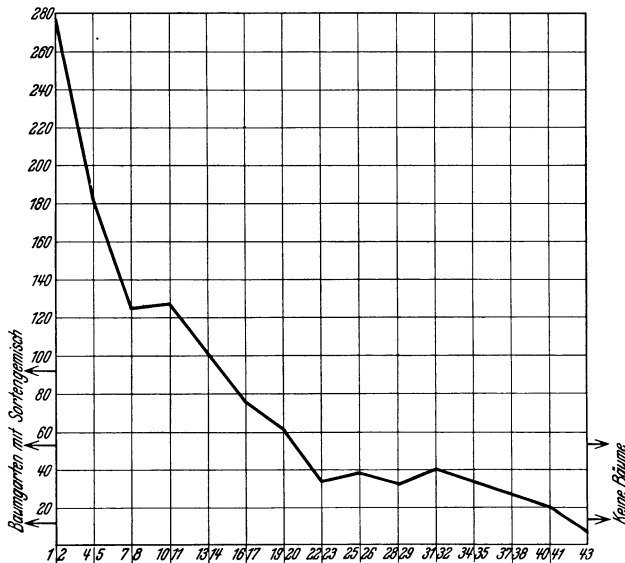


Abb. 39. Untauglichkeit der Goldreinette von Blenheim zur Befruchtung von Cox' Orangen-Reinette. Die Kurve stellt die mittleren Erträge von je zwei benachbarten Reihen von Cox' Orangen-Reinette in Litern dar. Die Reihen 3, 6, 9 usw. bestanden aus Goldreinette von Blenheim. Weitere Erklärung im Text. (Nach Angaben von JANSON-Eisenach vom Verfasser gezeichnet.)

bekanntesten Untersuchungen im folgenden zusammengestellt. Alle unsicheren Bestimmungen und eine Anzahl für die Leser des Buches kaum je in Betracht fallende Sorten wurden weggelassen. Die cytologisch untersuchten Sorten sind mit * versehen.

R. FLORIN hat zuerst die Sorten in gute, mittelgute und schlechte Pollenbildner eingeteilt. Andere Forscher, darunter auch der Verfasser, haben diese Einteilung angenommen. Sie erscheint aber mehr und mehr unpassend und wäre wohl besser durch eine Zweiteilung in gute und schlechte Pollenbildner zu ersetzen. Die triploiden Sorten fallen immer unter die schlechten Pollenbildner. Dagegen kann die Pollenkeimfähigkeit der diploiden Gruppe in weiten

Grenzen schwanken und erreicht gelegentlich die 30%, die FLORIN als obere Grenze der schlechten Pollenbildner einsetzt, nicht. Es gibt auch einige Sorten, wie Pfirsichroter Sommerapfel, Transparent von Croncels und namentlich Birnsorten, deren Diploidie erwiesen ist, die auffallend oft Pollenkeimfähigkeiten von 30—60% aufweisen. Aber wohl bei all diesen Sorten findet man gelegentlich Blüten, deren Pollen zu weit über 70% keimt. Wenn bei ihnen also eine gewisse erblich begründete Neigung zur Pollendegeneration vorhanden ist, so ist es doch unmöglich, sie scharf von der Gruppe der guten Pollenbildner zu trennen. So haben Weißer Klarapfel, Ontario-Reinette, Parkers Pepping, Weißer Astrachan u. a. in meinen Untersuchungen stets gute Pollenkeimung aufgewiesen, während sie bei FLORIN in die mittlere oder gar in die unterste Klasse fallen. Praktisch spielt jedenfalls diese Pollendegeneration bei diploiden Sorten, auf die wir im nächsten Abschnitt zurückkommen, kaum eine Rolle. Aus dem Gesagten geht auch hervor, daß es keinen großen Wert hat, in der Zusammenstellung genaue Zahlen über die Pollenkeimfähigkeit zu geben.

Zusammenstellung guter und schlechter Pollenbildner bei Apfel- und Birnbaum.

Apfelsorten.

Gute Pollenspender.

Adams Parmäne (Möriker)	Cornish Gilliflower	Goldparmäne (King of Pippins, Reine des Reinettes) *
Adersleber Kalvill *	Coronation	Graf Kostritz
Akerö	Cousinot, gestreifter	Grahams Jubiläumsapfel
Alfriston	Cousinot, purpurroter	Grenadier *
Allington Peping *	Cox' Orangen-Reinette *	Grimes Golden
Allsops Beauty	Cox' Pomona	Großherzog von Baden *
Alnarps Rosmarin	Crawley Beauty	Gruschewka Krasnaja
Alnarps Winterstreifling	Danziger Kantapfel *	Guldborgsäpple
Alnö	Deans Küchenapfel	Hagedorn (Hawthornden)
Amerikaner (Bänziger)	Delicious	Hampus *
Ananasapfel, roter	Degeneapfel	Hanaskog
Ananas-Reinette	Der Böhmer *	Hans Mathiesen
Anisim	Doberaner Borsdorfer	Hansuli *
Anna Stina	Domine	Hedenlunda
Annie Elizabeth *	Doktor Dormann	Herbergsapfel
Antonowka *	Drouning Louise	Herbstkalvill, roter
Apfel aus Lunow *	Duke of Devonshire	Herzogin Olga
Apfel von Uelzen	Dumelow	Herzogin von Oldenburg
Arescow	Early Harvest	Hibernal
Arvide Äpple	Early Victoria *	Himbeerapfel, langer roter
Astrachan, roter *	Ecklinville Seedling	Himbeerapfel von Holowaus
Astrachan, weißer *	Edelapfel, gelber (Golden Noble)	Hohenstaufens Rosenapfel
Ballarat Seedling	Edelborsdorfer (Marschanker)	Hoover
Baumanns Reinette *	Edelgrauech	Hörningholmes Rosenapfel
Beechamvilles Seedling	Edelrampur von Winnitza	Hornsberg
Bellefleur, gelber (Linneous Pippin)	Eduard III.	Irish Peach *
Belpberger Reinette	Ekelyäpple	James Grieve
Ben Davis	Elise Rathke	James Hög
Berner Rosenapfel *	Ellisens Orange	Jonathan
Betty Geeson	Elmelundsäpple	Jungfernapfel, roter *
Bismarck	Encore	Kaiserapfel
Black Ben Davis	Ensee	Kaiser Alexander
Bodil Neergaard	Ernst Bosch	Kandil Sinap
Böhmischer Rosenapfel	Esopus Spitzenberg *	Kanicker (Scanish)
Boikenapfel	Etterby Beauty	Kao
Borowinka	Fall Wine	Karmeliter
Borsdorfer, gestreifter böhmischer	Fameuse	Karrabowka
Broholms Rosenapfel	Fierys roter Taubenapfel	Kasseler Reinette (Reinette de Caux) *
Brugger Reinette	Fiessers Erstling	Kathrinedal
Brunnsäpple von Halland	Filippa	Kavlas
Calville d'Oullins	Flädie	Kentischer Küchenapfel *
Campanner (= Wachs-Reinette)	Fleiner du Roix	Kerry Pepping
Carlisle Pepping *	Folkestone	Kesäter (Kleiner Langstiel)
Carpentin	Frass' Sommerkalvill	Keswick Küchenapfel *
Carters Blue	Follmers Pomona	King David
Cellini *	Fraurotacher	Klarapfel, weißer *
Champagner-Reinette	Freiherr von Berlepsch	Kleopatra
Champion	Frogmore prolific	Kronprinz Rudolph von Österreich
Charlamowsky (Borowitzky) *	Fürstenapfel, grüner	Königinapfel (The Queen)
Charles Ross	Gallia Beauty	Königlicher Kurzstiel
Chenago	Gano	Kronreinette
Chüsenrainer	Geheimrat Dr. Oldenburg *	Krügers Goldreinette
Climax	Gelber Richard *	Kruzenberg
Cludius Herbstapfel	General von Hammerstein *	Lady Carrington
Collins	Gladstone	Ladys Finger
Collorado Orange	Glockenapfel	Lady Sudeley
	Gloria mundi (Lewen alma)	Lambron
	Golden Delicious	

Landsberger Reinette	Pfirsichroter Sommerapfel *	Stettiner, weißer
Lanes Prinz Albert *	P. J. Bergius	St. Lawrence
Langleys Pepping	Plodowitka	St. Louis Taubenapfel
Langtons Sondergleichen	Präsident Bruard	Stone Pepping
Leopold von Rothschild	Princesse Noble	Stürmers Pepping
Lesans Kalvill *	Prinzenapfel (Melonenapfel)	Suislepper
London Pepping *	Quetier	Sutton
Longford	Rafzer Weißapfel	Svanetorp
Lord Derby *	Reinette Berk	Taffetapfel, spätblühender *
Lord Grosvenor	Reinette von Granville	Tettowo
Lord Suffield	Risetter	The Houblon
Lord Wolseley	Rival *	Thomas Rivers
Lothringer	Rome Beauty	Thurgauer Weinapfel
Mac Intosh *	Rosenhäger	Titowka *
Maiden Blush	Rosmarin-Reinette *	Tobiäsler
Manks Küchenapfel *	Rudolphs Liebling	Tosterup
Manningtons Parmäne	Rudolphs Zwiebelborsdorfer	Transparent von Croucels *
Margaretha	Rymer	Trierscher Weinapfel, roter
Matapfel, brauner	Salatorewka	Tschernogutz *
Menigasker	Samuelsons Äpple	Tschulalowka *
Minister von Hammerstein *	San Jacinto	Ullerud
Minnesota	Säftstaholm *	Vineuse Rouge
Missouri Pepping	Sauergrauech	Virginischer Rosenapfel
Mona Hay	Scharlachparmäne	Wädenswiler Rosenapfel
Müllers roter Spitzapfel	Schöner von Bath *	Wagener
Muskatreinette (Margil) *	Schöner von Bedford	Waldhöfler
Neuer englischer Taubenapfel	Schöner von Pontoise	Wärnanäs
Newton Pepping (Newton wonder) *	Schwaben-Frautacher	Wealthy *
Nickajack	Schwarzenbachparmäne	Weidners Goldreinette
Northwestern Greening	Schwedischer Winterpostoph	Wellington-Reinette
Oberdiecks Reinette	Schweizer Breitacher	Wildling von Berneck
Oberrieder Glanzreinette	Seeapfel, roter	Wildmuser
Odenwälder	Senator	Williams Favorite
Oetwiler Reinette	Signe Tillisch	Winesap
Okabena	Skovfoged	Winterbanana
Ontario-Reinette *	Skvosnoj Nalif *	Winterkalvill, roter
Oranie *	Sommergewürzapfel *	Winterkalvill, weißer
Orléansreinette	Sommerreinette, goldgelbe	Wintermajetin *
Oslins *	Sommerrambur	Wintertaffetapfel, weißer
Osterkalvill, roter	Späher des Nordens (Northern Spy) *	Wolf River
Paergaard	Sparreholm	Worcester Parmäne *
Papirowka	Springdale	Wunder von Chelmsford
Parkers Pepping	Standkyrkeapfel	Yellow Transparent
Patton	Stäringe	York Imperial
Pederstrup	Stensberg	Zürichapfel (Wartau)
Pennington	Stettiner, roter	Zuccalmaglio-Reinette *
Pewaukee		Zwanzig-Unzen-Apfel *

Schlechte Pollenspender.

Aargauer Jubiläumsapfel	Crimson Bramley *	Joseph Musch
Arkansas (Mammoth Black Twig)	Damason-Reinette *	Kaiser Wilhelm
Arkansas Black	Dr. Nansen	Kanada-Reinette (Pariser Rambur) *
Baldwin	Eiserapfel, roter *	Kardinal, geflammt
Beauty of Australia	Flintinge	King of Tompkins County
Bedfordshire Foundling *	Frösaker	Lohrer Rambur
Bohnapfel *	Genet Moyle *	Martin Beck
Bossanka	Goldreinette von Blenheim *	Menznauer Jägerapfel (Roter Bellefleur) *
Bostonreinette	Goldreinette, englische	Nero
Bramleys Seedling *	Gravensteiner, gelber *	Ohio Nonpareil
Brünnerling	Gravensteiner, roter (Banks) *	Osnabrücker Reinette
Bühlers Erdbeerapfel *	Hamblings Seedling	Paragon
Colville	Harberts Reinette *	Reinette, graue französische
Coulon-Reinette	Hausmutterapfel	
	Jacques Lebel *	

Reinette, weiße spanische	Souvenir de l'Évêque	Welsh Isnier
Rhode Island Greening	Stäfner Rosenapfel *	Weyermannsapfel
Ribston Pepping *	Stayman Winesap *	Winterrambur, rheinischer
Riesenboikenapfel	Teuringer Rambur	Wintercitronenapfel *
Rosswicks Apfel	Van Proque	Yellow Newton *
Schöner von Boskoop *	Warners King *	

Birnensorten.

Gute Pollenspender

André Desportes *	Frühe von Trévoux	Madame Bonnefond
Appenzeller Wasserbirne	Frühbirne, gelbe	Madame Treyve
Baronne Leroy	Gansels Bergamotte	Madame Hutin
Beurré Baltet père	Gellerts Butterbirne (Hardy) *	Madame Verté
Beurré Bencke	General Tottleben	Marie Louise
Beurré de l'Assomption (Him- melfahrtsbirne)	Giffards Butterbirne	Mockenholzbirne
Beurré Goubault	Göteborgs Diamantbirne	Monchallard
Blumenbachs Butterbirne (Soldat laboureur)	Gunteshauser	Mostbirne von Kindstrup
Bunte Julibirne	Gute Luise von Avrenches *	Mouille Bouche
Cäciliabirne (Schweden)	Gute von Ezée	Napoleons Butterbirne
Capiaumont	Hardenpots Butterbirne (Clou morceau) *	Neue Poiteau *
Chaumontel	Helène Grégoire	Rebenbirne
Clairgeau	Herzogin Elsa	Reinholzbirne
Clapps Liebling	Herzogin von Angoulême	Roosevelt
Clara Frijs	Hochfeine Butterbirne	Rotbärtler
Comte de Chambord	Hofsta	Rotlängler
Comtesse de Paris	Höst Bergamotte	Schmelzende von Thirriot *
Dänische Dechantsbirne	Hoyerswerder	Schwarzlängler
Deutsche Nationalberga- motte	Jakobsbirne (Schweden)	Seckel
Doktor Jules Guyot	Jaminette	Sommerlängler
Doppelte Philippsbirne (Doyenné Bousoch)	Johannatorps Winterbirne	Sommermagdalene
Doyenné d'Alençon	Josephine von Mecheln	Späte Weinbirne
Duchesse de Berry d'été	Juli-Dechantsbirne	Sterkmanns Butterbirne
Emile d'Heyst	Kieffer	St. Swithins
Esperens Bergamotte	Kleine Herbstlängler	Stuttgarter Gaishirtel
Esperens Herrenbirne	König Karl von Württem- berg	Succès de la Milleraye
Esperine	Köstliche von Charneu	Urbaniste (Colomas Herbst- butterbirne)
Eyenwood	La Conférence	Tongre (Durandeau)
Fischbächler	La France	Triumph von Vienne
Flemisch Beauty	Landsknechtler	Van Marum
Forellenbirne	Lebruns Butterbirne *	Vereins-Dechantsbirne *
Frühe von Tivoli	Le Lectier	Weilersche Mostbirne
	Liegels Butterbirne	Williams Christbirne (Bart- lett) *
	Lübecker Bergamotte	Winter-Williams

Schlechte Pollenspender.

Alexander Lucas *	Graf Moltke	Ottenbacher Schellerbirne
Amanlis Butterbirne *	Grotzenbirne	Pastorenbirne (Curé, Vicar of Winkfield) *
Andenken an den Kongreß	Grünmöstler	Pitmaston
Bärikerbirne *	Gute Graue	Re Umberto
Beurré Mantecat	Hofratsbirne *	Schweizer Wasserbirne
Charles Cognée	Jargonelle (Epargne)	Sülibirne
Chriesibirne	Kalchbühler	Sulserlängler
Colmar d'Arenberg	Klettgauer Dornbirne	Theilersbirne *
Constant Lesueur	Knollbirne	Trockener Martin
Diels Butterbirne *	Marguerite Marillat	Virgoleuse
Fin de Siècle	Marxenbirne	Wettinger Holzbirne
Fullerö	Metzer Bratbirne	
Gelbmöstler	Olivier de Serres	

HEILBORN (1928, 1930) hat nachdrücklich darauf hingewiesen, daß auch bei diploiden Apfelsorten der Chromosomenmechanismus so weitgehend gestört werden kann, daß fast lauter sterile Pollenkörner entstehen. Wenn man näm-

lich die Reduktionsteilung im Warmhaus bei Temperaturen über 20° C vor sich gehen läßt, so erfolgt die Paarung der Chromosomen nicht mehr normal. HEILBORN beobachtete zwei verschiedene Störungen. Im einen Fall bildeten sich neben zweiwertigen auch einwertige Chromosomen in variabler Zahl. Alle ordneten sich zur Platte. Wie fast immer, wenn einwertige und zweiwertige nebeneinander liegen, teilten sich zuerst die zweiwertigen. Die einwertigen blieben zurück, teilten sich aber später ebenfalls. HEILBORN hat die späteren Geschehnisse nicht verfolgt, glaubt aber, daß aus solchen Teilungen ein gewisser Prozentsatz keimfähiger Pollenkörner hervorgehe.

Die Erhöhung der Temperatur kann aber unter Umständen noch weit gefährlicher wirken und sogar die Entstehung von Teilungsspindeln verunmöglichen, so daß die Bildung von Metaphasenplatten ausgeschlossen ist. Die Chromosomen liegen ungeordnet durcheinander und eine einigermaßen regelmäßige Teilung ist verunmöglicht. Aus so beschaffenen Pollenmutterzellen bilden sich natürlich keine keimfähigen Pollenkörner.

HEILBORN scheint anzunehmen, daß diese Beeinflussung der Pollenbildung durch erhöhte Temperatur für den Obstbau Bedeutung habe. Es ist aber zu berücksichtigen, daß zur Zeit der Reduktionsteilung, die von Ende März bis anfangs Mai stattfindet, im Freien solche Temperaturen kaum in Betracht kommen. Wenn auch vielleicht an einem warmen Föhnstag kurze Zeit die Temperatur von 20° C erreicht werden sollte, so spielt dies bei der großen Überproduktion von Pollen, der nicht in allen Blüten und Staubgefäßen gleichzeitig reift, keine wesentliche Rolle.

Nachdem wir die abnorme Pollenbildung bei Apfel- und Birnsorten besprochen haben und ihren Konsequenzen nachgegangen sind, wollen wir uns fragen, ob ähnliche Erscheinungen auch bei den *Steinobstarten* vorkommen. Der Verfasser (KOBEL 1926) hielt dies für wahrscheinlich, weil er bei fast allen untersuchten Steinobstarten Sorten mit geringer Pollenkeimfähigkeit fand. Er führte deshalb eingehende cytologische Untersuchungen durch. Zu gleicher Zeit und unabhängig wurden ähnliche Untersuchungen auch vom englischen Forscher DARLINGTON (1926, 1928, 1930) und vom Japaner OKABE (1927, 1928) eingeleitet. Später lieferten andere Forscher weitere Beiträge. Wir wollen die Ergebnisse nach Obstarten getrennt besprechen.

Die Süßkirschen (Prunus avium) haben normalerweise diploid 16 Chromosomen. Es gibt aber nach den Untersuchungen von DARLINGTON (1926, 1928) auch Sorten mit überzähligen Chromosomen. Zwei solche Formen fanden später auch KOBEL und SACHOFF (1929) unter den schweizerischen Sorten, die sonst, im Gegensatz zu den englischen, zum weitaus größten Teil völlig normale Chromosomenverhältnisse aufweisen. SACHOFF (briefliche Mitteilung) fand unter den bulgarischen Sorten nur bei Weiße Merdjanka eine abnorme Chromosomenzahl. Dieser Unterschied zwischen den englischen und schweizerischen bzw. bulgarischen Sorten ist wohl darauf zurückzuführen, daß die englischen öfters Kreuzungsprodukte mit Sauerkirschen darstellen, die schweizerischen und bulgarischen nur selten. In England mit seiner ausgesprochenen Tafelkirschenkultur sind solche meist qualitativ hochstehenden Sorten von ganz besonderem Wert. Wir kennen jetzt folgende abnorm-chromosomige Süßkirschen (D. = untersucht von DARLINGTON, K. u. S. = untersucht von KOBEL und SACHOFF):

Bigarreau von Schrecken (D.)	17 Chromosomen	Schwarze Bigarreau von Guben (D.)	17 Chromosomen
Schmidts schwarze Bi- garreau (D.)	17 „	Bigarreau von Kent (D.)	17 „

Governor Wood (D.)	17 Chromosomen	Napoleon-Herzkirsche	
Early purple Guigne (D.)	17	(D.)	18 Chromosomen
Noble (D.)	17	Guigne d'Anonay (D.)	18
Sauerhäner (K. u. S.)	17	Elton (D.)	18
Schlattkirsche (K. u. S.)	17	Waterloo (D.)	19
Weiß Merdjanka (S.)	17	Knights frühe schwarze (D.)	19
Kaiser Franz (D.)	18	Black Eagle (D.)	19

DARLINGTON beobachtete die Reduktionsteilung solcher Sorten und fand, daß sich die überzähligen Chromosomen in der Regel mit den Paaren zu dreiwertigen Gruppen vereinigen. Seltener sind einwertige zu finden. Es kommen gelegentlich Unregelmäßigkeiten vor, indem sich bei der Reduktion die einwertigen nachträglich teilen, wobei dann ihre Hälften in der Spindel zurückbleiben und nicht immer in die Tochterkerne gelangen. Im übrigen werden die überzähligen Chromosomen nach den Gesetzen des Zufalls auf die Tochterkerne des Zweikernstadiums verteilt. Äußerlich sind keine großen Störungen in der Pollenbildung zu beobachten. Über die Keimfähigkeit ihres Pollens sind wir nicht unterrichtet. Dagegen hat CRANE mit diesen Sorten zahlreiche Befruchtungsversuche durchgeführt. Genauer läßt sich jedoch aus diesen Versuchen nicht ableiten. Der Pollen der 19-chromosomigen Sorten ist zwar brauchbar, ob aber seine Wertigkeit gleich groß ist, wie diejenige von Pollen normalchromosomiger Sorten, wäre erst noch zu untersuchen. Der Pollen der 17-chromosomigen Sorten Sauerhäner und Schlattkirsche erwies sich in den Versuchen von KOBEL und SACHOFF als ebenso wertvoll wie derjenige der Sorten mit normal zusammengesetzten Zellkernen. Eine praktisch bedeutungsvolle cytologisch bedingte Pollensterilität ist also bei den Süßkirschen nicht vorhanden.

Etwas anders vollzieht sich nach DARLINGTON (1926, 1928) und KOBEL (1927) die Pollenbildung in der Gruppe der *Sauerkirschen* (*Prunus Cerasus*). Von den beiden Forschern wurden sowohl Vertreter der *var. frutescens* NEILR. bzw. *subsp. acida* ASCHERSON und GRAEBNER (Ostheimer Weichsel, Schattenmorelle u. a.) als auch solche der *var. typica* C. K. SCHNEIDER bzw. *subsp. Eucerasus* ASCHERSON und GRAEBNER (z. B. Montmorency, May Duke, Kaiserin Eugénie, Königin Hortense) untersucht. In der zweiten Gruppe, die auch etwa als „Glaskirschen und Amarellen“ zusammengefaßt wird, sind Sorten vorhanden, die seit altersher als Bastarde zwischen Süß- und Sauerkirschen aufgefaßt werden.

Es wurden bis jetzt folgende kultivierte Sorten untersucht (D. = DARLINGTON, K. = KOBEL, S. = SACHOFF (briefliche Mitteilung):

Schattenmorelle	(D., K.)	Royal Duke	(D.)
Ostheimer Weichsel	(K.)	Montmorency	(K.)
Griotte du Nord	(K.)	Schöne von Montreuil	(K.)
Morelle von Wye	(D.)	Kaiserin Eugénie	(D., K.)
Rote von Kent	(D.)	Königin Hortense	(D., K.)
Late Duke	(D.)	Diemitzer Amarelle	(S.)
May Duke	(D.)		

Daneben erstrecken sich die Untersuchungen auch auf einige Wildformen. Mit einer einzigen Ausnahme wurden diploid 32 Chromosomen gefunden, also doppelt soviel wie bei den Süßkirschen. Nur SACHOFF (briefliche Mitteilung) fand in Bulgarien bei einer dort als „Ostheimer Weichsel“ bezeichneten Sorte 40 Chromosomen. Sie zeigte von allen untersuchten Sorten die geringste Pollenkeimfähigkeit, und es scheint aus den Versuchen hervorzugehen, daß bei ihr eine bedeutende cytologisch bedingte Pollen- und Eizellensterilität vorliegt.

Aber auch bei den übrigen Sauerkirschen ist die Paarung der Chromosomen, wie wir im Diakinesestadium und in der Metaphase der Reduktions-

teilung feststellen können, nicht immer normal. Häufig finden wir Vierergruppen, daneben aber auch dreiwertige und einwertige Chromosomen (Abb. 40c, d). Die Platten sind oft schwer interpretierbar. Ihre Zusammensetzung kann bei ein und derselben Sorte sehr ungleich sein. Solche Unregelmäßigkeiten finden sich bei allen Kultursorten, gleichgültig welcher der beiden Untergattungen

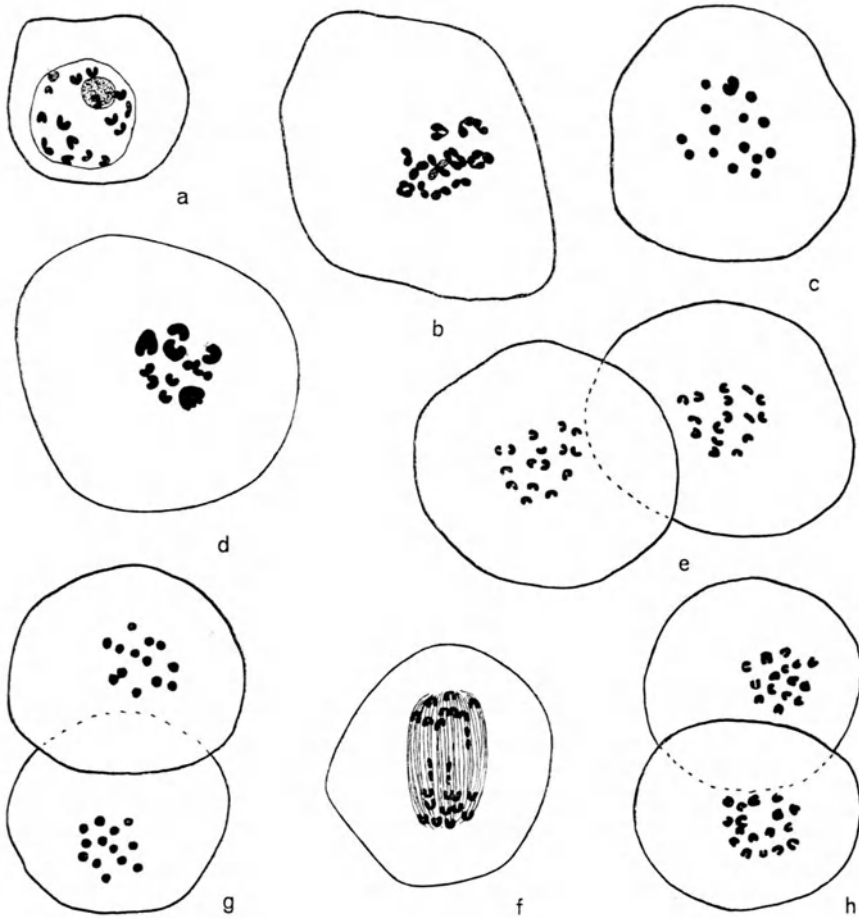


Abb. 40. Abnorme Reduktionsteilung bei der Pollenbildung von Sauerkirschen. a) Normale Diakinese mit 16 Chromosomenpaaren von Ostheimer Weichsel. b) Übergang von Diakinese zu Metaphase mit 16 Chromosomenpaaren (Impératrice Eugénie). c) Metaphase der Reduktionsteilung mit 14 zweiwertigen und einem vierwertigen Chromosom (Ostheimer Weichsel). d) Metaphase der Reduktionsteilung mit 5 vierwertigen, 5 zweiwertigen und 2 einwertigen Chromosomen (Impératrice Eugénie). e) Normale Anaphase der Reduktionsteilung mit 16 + 16 Chromosomen (Impératrice Eugénie). f) Abnorme Anaphase der Reduktionsteilung mit 6 in der Spindel zurückgebliebenen Chromosomen (Schattenmo-relle). g) Dieselbe Zelle wie f, aber in Polansicht, die beiden Platten mit je 13 Chromosomen (die in der Spindel zurückgebliebenen sind nicht gezeichnet). h) Anaphase der Reduktionsteilung mit 15 + 17 Chromosomen (Griotte du Nord). a nach einem FLEMING-HEIDENHAIN-Präparat, die übrigen nach Carminessigsäurepräparaten. Vergrößerung 1500. Original.

sie angehören. Sie verursachen anormale Reduktionsteilungen. Wir finden häufig in der Spindel zurückgebliebene (Abb. 40f), wohl meist einwertige Chromosomen, die vielfach nicht mehr in die Tochterkerne gelangen. Wir haben also ähnliche Bilder vor uns, wie bei den triploiden Apfel- und Birnsorten. Die Störungen sind aber bei weitem nicht so groß. Aus den Anaphasen ersehen wir, daß oft die Verteilung der Chromosomen keine normale ist. Statt 16 + 16 finden wir oft 15 + 17 (Abb. 40h), seltener 14 + 18. DARLINGTON hat sogar

13 + 19 beobachtet. Ausnahmsweise wurden sowohl von DARLINGTON als auch von KOBEL auch größere Abnormitäten beobachtet, die sich in der Bildung von fünf- und mehrzelligen Tetradenstadien äußern können.

Der Pollen der Sauerkirschen sieht in der Regel weniger gleichmäßig aus als derjenige von Süßkirschen. Ein Teil der Unregelmäßigkeiten muß ohne Zweifel auf die abnorme Reduktionsteilung zurückgeführt werden. Eine eigentliche Befruchtungsunfähigkeit dieses Pollens liegt aber, wie sich aus den Befruchtungsversuchen verschiedener Forscher ergibt, nicht vor. Es scheinen auch Pollenkörner mit abnormen Chromosomenzahlen keimfähig zu sein. So stammen die 19-chromosomigen Sorten Waterloo, Black Eagle und Knights Frühe Schwarze, welche KNIGHT im Anfang des 19. Jahrhunderts züchtete, aus der Kombination Ambré (Süßkirsche) × May Duke (Glaskirsche). Die weiblichen Geschlechtszellen brachten also wahrscheinlich 8 Chromosomen mit sich, und die männlichen mußten abnorm zusammengesetzt sein.

Diese eigenartigen Chromosomenverhältnisse werfen einiges Licht auf die Entstehung der ganzen Gruppe der Sauerkirschen. Sie sprechen gegen die Artreinheit dieser Kulturformen. Es wäre denkbar, daß es sich einfach um Süßkirschen mit doppelter Chromosomenzahl handelt. Tatsächlich hat DARLINGTON unter den Abkömmlingen von Süßkirschen eine solche tetraploide Form gefunden. Sie erinnert in ihren Eigenschaften sehr an Glaskirschen. Die Entstehung solcher Formen erscheint uns nicht mehr unbegreiflich, seitdem wir wissen, daß diploide funktionsfähige Geschlechtszellen gebildet werden können. Diese Abstammung kann aber nur für wenige ganz süßkirschenähnliche Glaskirschen in Betracht kommen. Die eigentlichen Sauerkirschen wie Schattenmorelle, Ostheimer Weichsel u. a. weichen dagegen so sehr von den Süßkirschen ab, daß wir an eine andere Entstehung denken müssen. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Annahme, daß sie ursprünglich aus der Kombination von einer 32-chromosomigen wildwachsenden Art, etwa einer wilden *Cerasus*-form oder der Strauchweichsel (*Prunus fruticosa* PALLAS), mit diploiden Geschlechtszellen von Süßkirschen hervorgegangen sind. Durch weitere Bastardierung zwischen den nun einmal entstandenen 32-chromosomigen Formen wären dann all die Kultursorten entstanden, die wir zu *Prunus Cerasus* zählen.

Normale Bastarde zwischen Süß- und Sauerkirschen müßten triploid sein und in ihren vegetativen Zellen $8 + 16 = 24$ Chromosomen aufweisen. Solche Formen entstehen offenbar nicht allzu selten, werden aber von der Kultur ausgeschlossen, weil sie weitgehend steril sind. Sie kommen nur als Zierformen in Betracht. DARLINGTON hat in den Wurzelspitzen solcher künstlich erhaltener Bastarde mehrfach die Chromosomenzahl 24 festgestellt. Bei anderen zählte er 25—26, was nicht verwunderlich ist, da ja die englischen Süßkirschenarten, welche zur Bastardierung herangezogen wurden, 1—3 überzählige Chromosomen aufweisen. Bei einer als *Prunus avium nana* bezeichneten triploiden Zierform, die wahrscheinlich auch ein Bastard zwischen Süß- und Sauerkirschen ist, hat DARLINGTON die Reduktionsteilung beobachtet. Es bilden sich viele dreiwertige Chromosomen neben zwei- und einwertigen. Die Reduktionsteilung wird dadurch in ähnlicher Weise gestört wie bei den triploiden Apfel- und Birnsorten. Dies bedingt wahrscheinlich, was allerdings nicht untersucht ist, eine bedeutende Pollensterilität.

Unter den japanischen Zierkirschen, die zu *Prunus serrulata* gehören, hat OKABE (1927) neun triploide Formen beobachtet.

In der Gruppe der *Pflaumen* müssen wir vier verschiedene Verwandtschaftskreise unterscheiden.

1. Die *europäischen Pflaumen* und *Zwetschgen* der *Domesticagr*uppe, also die Unterarten *P. insititia* (L) POIRET = Pflaumen, *P. italica* BORKH. = Edel-pflaumen und *P. oeconomica* BORKH. = Zwetschgen. Sie stammen jedenfalls von verschiedenen, kaum mehr auseinanderzuhaltenden Arten ab. Sie besitzen nach DARLINGTON (1926, 1928, 1930) und KOBEL (1927) diploid 48 Chromosomen. OKABE (1927, 1928) gibt die Zahl 16 an. Doch handelt es sich offenbar um Verwechslungen mit Formen der dritten Gruppe.

2. Die *Kirschpflaumengruppe*, zu der die Mirobolanen und die rotblättrige Zierform *Prunus Pissardi* gehören. Diese Formen besitzen 16 Chromosomen.

3. Die *japanischen Pflaumen*, die von *P. triflora* und verwandten Arten abstammen. Sie besitzen ebenfalls 16 Chromosomen und werden in Europa noch wenig gepflanzt (Satsumapflaume, Burbankpflaume).

4. Die *amerikanischen Pflaumen*, die von *P. americana*, *P. nigra* und verwandten Arten abstammen und in Europa vorläufig noch sehr selten zu finden sind. Auch diese Formen besitzen 16 Chromosomen.

Da diese Gruppen zum Teil Artbastarde darstellen und auch unter sich leicht bastardieren, scheinen alle Voraussetzungen für cytologisch bedingte Pollensterilität vorhanden zu sein. Doch haben die bisherigen Untersuchungen diese Vermutung nicht bestätigt. Die Reduktionsteilung der europäischen Pflaumen- und Zwetschgenformen verläuft ziemlich normal. Es entstehen in der Regel vor der Reduktionsteilung 24 zweiwertige Chromosomen, deren Paarlänge geordnet zu den beiden Polen wandern. Immerhin findet man recht häufig auch ein-, drei- und namentlich vierwertige Chromosomen, so daß einige kleine Unregelmäßigkeiten der Reduktionsteilung immerhin beobachtbar sind. Eine sich praktisch auswirkende Pollensterilität steht aber damit nicht im Zusammenhang.

Die drei anderen Gruppen führen, soweit sie untersucht sind, normale Reduktionsteilungen durch.

Nun kommen aber auch Bastarde zwischen *P. domestica* und den 16-chromosomigen Gruppen vor. Die Reduktionsteilung einer solchen Form, *P. domestica* × *P. cerasifera*, wurde von DARLINGTON (1928) untersucht. Diese Sorte ist entstanden aus $24 + 8 = 32$ Chromosomen. Wir könnten daher vermuten, daß in der Reduktionsteilung 8 Paare und 16 Einzelchromosomen gebildet würden. Statt dessen entstehen 16 Paare, indem sich offenbar die 16 überzähligen auch zu Paaren zusammenfinden. Immerhin geschieht diese Paarung nicht ohne Unregelmäßigkeiten. Wir finden zahlreiche vierwertige, gelegentlich auch ein- und dreiwertige, und die Reduktionsteilung verläuft sehr ähnlich, wie bei den Sauerkirschen. Wie weitgehend der entstehende Pollen steril ist, hat DARLINGTON nicht verfolgt.

Der Bastard *P. triflora* × *P. cerasifera*, welcher ebenfalls von DARLINGTON untersucht wurde, zeigte geringe Abnormitäten in der Reduktionsteilung. Der weitere Verlauf der Pollenbildung ist leider nicht bekannt. Wir dürfen aber bei Bastarden zwischen gleichchromosomigen Eltern aus einer mehr oder weniger normalen Reduktionsteilung keineswegs auf hochwertigen Pollen schließen, weil durch den Bastardchromosomensatz, der in die einzelnen Pollenkörner gelangt, allerlei Entwicklungsstörungen verursacht werden können. Dies gilt in noch höherem Maße auch für den von DARLINGTON untersuchten Bastard *P. triflora* × *P. persica*, dessen Eltern miteinander noch weniger verwandt sind, dessen Reduktionsteilung aber ebenfalls recht regelmäßig verläuft.

Unter allen Steinobstarten hat KOBEL (1926) die größte Pollensterilität bei Pfirsichen und Aprikosen beobachtet. Keimfähigkeiten von weniger als 20% waren keine Seltenheit. Die Reduktionsteilung von 18 Pfirsichsorten, worunter sich auch diejenigen mit der geringsten Pollenkeimfähigkeit befanden,

und drei Aprikosensorten wiesen keine nennenswerten Unregelmäßigkeiten auf. Es wurden stets 8 Chromosomenpaare gefunden. Triploide, oder auch nur vereinzelte überzählige Chromosomen, wie sie etwa bei den Süßkirschen vorkommen, konnten nicht gefunden werden. Die Pollensterilität läßt sich also nicht auf Störungen im Chromosomenmechanismus zurückführen, und wir müssen ihre Ursachen anderswo suchen.

Überblicken wir die Verhältnisse beim Steinobst noch einmal, so finden wir, daß, im großen Gegensatz zu den Apfel- und Birnsorten, Pollensterilität infolge Triploidie praktisch keine Rolle spielt und nur bei Zierformen vorkommt. Einzelne überzählige Chromosomen bei den Süßkirschen und geringe, durch die Polyploidie verursachte Störungen der Reduktionsteilung bei den Sauerkirschen und *Domesticap*flaumen vermögen nicht zu einer praktisch bedeutsamen Pollensterilität zu führen.

γ) Die ernährungsphysiologisch bedingte Pollensterilität.

Pollenkeimungsversuche mit Pfirsichsorten. — Ernährungsphysiologisch bedingte Pollensterilität bei verschiedenen Obstarten. — Befruchtungsversuche mit mangelhaft ernährtem Pollen. — Faktoriell bedingte Pollensterilität.

Wir haben im vorangehenden Abschnitt gesehen, daß die vielfach beobachtete Pollensterilität bei Apfel- und Birnsorten zur Hauptsache auf eine abnorme Zusammensetzung des Zellkerns zurückzuführen ist und deshalb als Sorteneigentümlichkeit zu gelten hat. Wir fanden aber auch bei cytologisch normal zusammengesetzten Sorten 50 und mehr Prozent taube Pollenkörner, so bei den Apfelsorten Tobiäsler, Pfirsichroter Sommerapfel, Sommergewürz-apfel, Fraurotacher u. a. und den Birnsorten Frühe von Trévoux usw. Der zur Untersuchung vorliegende Pollen dieser Sorten stammte meist von Bäumen in schlechtem Ernährungszustand, und es fällt auf, daß sogenannte „degenerierte“ Sorten, die oft bei geringem Wuchs zu einer auffallenden Überproduktion von Blüten neigen, recht häufig trotz normaler Chromosomenzahl nur eine geringe Keimfähigkeit ihres Pollens aufweisen. In einer frisch gesammelten Pollenprobe der alten „degenerierten“ diploiden Apfelsorte Hans Uli, die von einem stark verküppelten Baum stammte, fand KOBEL (1930) eine Pollenkeimfähigkeit von nur 14%. Es waren viel verkrüppelte Pollenkörner vorhanden, so daß das Pollenbild demjenigen einer triploiden Sorte nicht unähnlich war. Zudem stimmen die von verschiedenen Forschern gefundenen Keimfähigkeiten für ein und dieselbe Sorte nicht immer völlig überein, und es ist mir bei meinen Untersuchungen vielfach aufgefallen, daß sich der Pollen verschiedener Bäume der gleichen Sorte recht ungleich verhalten kann. Auch andere Forscher, wie EWERT (1921, 1922), haben auf diese Erscheinung hingewiesen.

Die Pollensterilität der Steinobstarten konnten wir nur zu einem sehr geringen Teil auf Abnormitäten im Chromosomenmechanismus zurückführen.

Nun sind in den Pollenkörnern verhältnismäßig große Mengen von Eiweißen und Kohlehydraten als Reservestoffe aufgespeichert, die bei der Pollenkeimung dem Pollenschlauch ein selbständiges Leben ermöglichen, bis er soweit ins Leitgewebe des Griffels eingedrungen ist, daß er sich als Parasit zu ernähren vermag. Es kann offenbar vorkommen, daß diese Nährstoffspeicherung eine ungenügende wird und die Pollenkörner deshalb an Lebensfähigkeit einbüßen. In dieser Weise sind wohl Pollenkeimungsversuche mit Pfirsichsorten zu deuten, welche KOBEL (1927) durchgeführt hat. Es wurden von sämtlichen Blüten von Endzweigen (Langtrieben) und Bukettzweigen (Kurztrieben) von 9 Pfirsichsorten die Pollenkeimfähigkeit einzeln bestimmt. Als Keimungsmedium diente

10proz. Rohrzuckerlösung, der jeweils eine sorteneigene Narbe beigegeben wurde. Sowohl die *Pollenkeimfähigkeit*, also die Prozentzahl der gekeimten Körner, als auch die *Keimkraft*, d. h. die in einer bestimmten Zeit erreichte Schlauchlänge, waren an Bukettrieben durchschnittlich besser als an Langtrieben. Auffallend war eine ziemlich regelmäßige Abnahme der Keimfähigkeit und Keimkraft von der Basis gegen die Spitze des Zweiges hin (Abb. 41). Ausnahmen kamen zwar vielfach vor. Einzelne mehr gegen die Spitze hin sitzende Blüten konnten

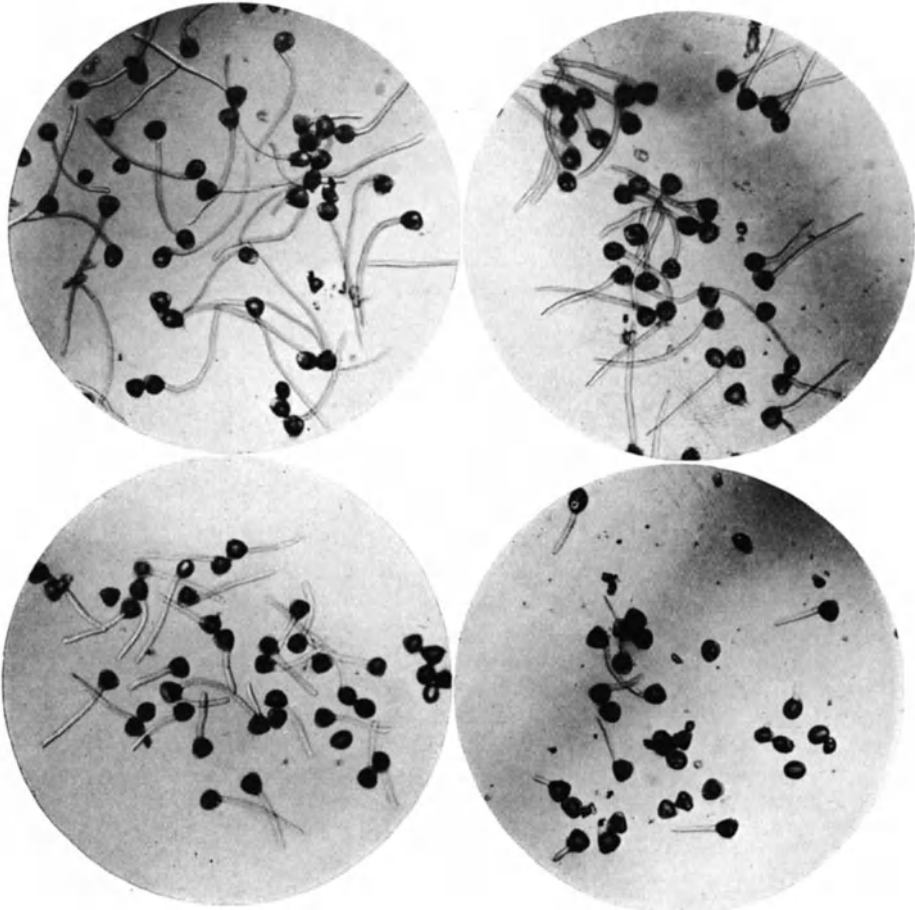


Abb. 41. Einfluß des Standortes der Blüten am Zweig auf die Pollenkeimung bei der Pfirsichsorte Teton de Venus. Keimung 2 Stunden nach der Aussaat in 10proz. Rohrzuckerlösung. Links oben: unterste Blüte, rechts oben: sechste Blüte von unten, links unten: achte Blüte von unten, rechts unten: zwölfte = oberste Blüte. Mikrophotographien. Vergrößerung ca. 100. Original.

sogar recht hohe Keimfähigkeiten aufweisen. Als Beispiel möge der untersuchte Endzweig der Sorte Sneed dienen. Es ergab sich:

Stellung der Blüte:	Keimfähigkeit des Pollens:	Stellung der Blüte:	Keimfähigkeit des Pollens:
1. = unterste Blüte	89 %	7. Blüte	45 %
2. Blüte	75 %	9. „	45 %
3. „	57 %	10. „	56 %
4. „	57 %	11. „	29 %
5. „	58 %	12. „	43 %
6. „	58 %	13. = oberste Blüte	38 %

Die 8., 13. und 14. Blüte dieses Zweiges waren abgestorben. Die Zahlen für die 6. und 7. „Blüte“ sind als Mittelzahlen von je zwei, diejenige der „Blüte“ 4 von drei gleich hoch gestellten Blüten bestimmt worden.

Hin und wieder waren an Bukettzweigen die untersten Blüten klein und mangelhaft ausgebildet. Sie wiesen eine auffallend geringe Keimfähigkeit ihres Pollens auf.

Wie groß die Schwankungen der Pollenkeimfähigkeit der einzelnen Blüten des gleichen Zweiges sein können, ergibt sich aus folgenden Maximal- und Minimalzahlen für den gleichen Langtrieb:

Noire de Montreuil	24—65 %	Belle de Vitry	20—54 %
Karl Inguf	19—80 %	Sieger	14—87 %
Große Mignonne tardive	1—18 %	Bon ouvrier	69—85 %
Aribaud	30—83 %	Sneed	29—89 %
Teton de Venus	49—93 %		

Noch auffälliger als durch die Auszählung der gekeimten Pollenkörner nach 24 Stunden ergeben sich die Unterschiede bei der Beobachtung der Keimung nach wenigen Stunden, wie dies Abb. 41 zeigt. Die Schläuche der Pollenkörner aus basalen Blüten treiben eher und kräftiger aus als diejenigen von mehr distal gelegenen. Durch den verschiedenen Standort der Blüten wird also nicht nur die *Keimfähigkeit* des Pollens, sondern auch seine *Keimkraft* beeinflusst.

Es ist aus den Mikrophotographien ersichtlich, daß im Pollen der gegen die Spitze des Zweiges hin sitzenden Blüten relativ mehr degenerierte, geschrumpfte Pollenkörner vorhanden sind. Diese Beobachtung konnte bei jeder Sorte wiederholt werden.

Trotz diesen Schwankungen scheint die Keimfähigkeit des Pollens bis zu einem gewissen Grade Sorteneigentümlichkeit zu sein, indem z. B. bei Große Mignonne tardive überhaupt nie eine Pollenkeimfähigkeit von über 20% gefunden wurde, während die unter gleichen Bedingungen entwickelten Blüten von Karl Inguf und Aribaud bis 80% und mehr keimfähige Pollen aufwiesen.

Bei anderen Obstsorten ist die Differenzierung von Lang- und Kurztrieben nicht so ausgesprochen wie beim Pfirsich. Es ist daher auch anzunehmen, daß zwischen den Blüten ein und desselben Baumes nicht so große Schwankungen existieren. Immerhin gelang es, an einem Zweig der Sauerkirsche Montmorency analoge Verhältnisse, wie bei den erwähnten Pfirsichen, zu finden, während sich die Schattenmorelle ähnlich verhielt wie Große Mignonne tardive, also in allen Blüten eine sehr geringe Pollenkeimfähigkeit aufwies.

SEELIGER (1925) hat untersucht, ob sich ein Unterschied in der Keimfähigkeit des Pollens der verschiedenen Apfelblüten ein und desselben Blütenstandes geltend mache. Leider hat er zu dieser Untersuchung die Sorte GoldreINETTE von Blenheim gewählt, die cytologisch bedingte Pollensterilität aufweist. Es können daher aus seinen Untersuchungen keine Schlüsse gezogen werden. Dagegen hat MACOUN (1924) beobachtet, daß der Pollen von Blüten, die sich aus starken Knospen entwickelt haben, besser keimt, als derjenige von Blüten aus schwachen Knospen.

Es ist klar, daß Unterschiede in der Pollenkeimfähigkeit, wie wir sie bei Pfirsichsorten feststellten, sich nicht nur zwischen den verschiedenen Blüten eines Baumes, sondern auch zwischen den Blüten von verschiedenen Bäumen einer bestimmten Sorte geltend machen müssen. Denn wenn die Ernährung des Pollens eine so bedeutende Rolle spielen kann, so muß ein großer Unterschied der *durchschnittlichen* Pollenkeimfähigkeit, also derjenigen einer Mischprobe aus möglichst vielen Blüten, um so größer sein. Eingehende Untersuchungen über diese Fragen liegen nicht vor. Die Beobachtungen verschiedener Versuchs-

ansteller dürfen infolge Verwendung ungleicher Versuchstechnik nicht ohne weiteres als gleichwertig herangezogen werden. Doch ist aus dem verschiedenen Verhalten derselben Sorte an verschiedenen Orten und in verschiedenen Jahren zu schließen, daß diese Einflüsse tatsächlich vorhanden sind. Sie sind namentlich bei Steinobstsorten auffällig. So fanden KOBEL und SACHOFF (1929) im Frühjahr 1929 im Kanton Baselland bei einzelnen Süßkirschensorten ganz andere Keimfähigkeiten des Pollens, als sie KOBEL 1926 festgestellt hatte.

Diese durch mangelhafte Ernährung verursachte Pollensterilität ist, im Gegensatz zu der cytologisch bedingten, durch Kulturmaßnahmen (Schnitt, Düngung) weitgehend zu beheben. Sie ist nur zu einem geringen Teil Sorteneigentümlichkeit. Ob aber diese Herabsetzung der Pollenkeimfähigkeit infolge ungünstiger Ernährungseinflüsse auf die Befruchtungsfähigkeit des Pollens von zerstörendem Einfluß ist, wurde bisher experimentell noch wenig geprüft. Es kommt hier jedenfalls sehr weitgehend auf die Menge des zur Bestäubung verwendeten Pollens an. KOBEL und SACHOFF (1928) erhielten mit Pollen der Kirschensorte Späte Holinger, der im künstlichen Medium zu weit weniger als 50% keimte und viel geschrumpfte Körner enthielt, durchschnittlich einen ebenso hohen Fruchtsatz wie mit anderen Sorten, die hohe Pollenkeimfähigkeit aufwiesen. Die mit dem Pinsel vorgenommene Bestäubung war allerdings reichlich. KAMLAH (1928) machte bei Kirschen ähnliche Beobachtungen. Der Verfasser (KOBEL 1931) suchte diese Frage im Frühjahr 1930 auch beim Apfelbaum zu prüfen. Er bestäubte die Blüten verschiedener Sorten mit Pollen von diploiden Sorten. Es wurden einerseits Vatersorten mit sehr gut keimfähigem Pollen, andererseits solche mit vermindert keimfähigem ausgewählt. In der ersten Gruppe betrug die Keimfähigkeit wohl immer über 80%, in der zweiten überschritt sie dagegen kaum je 50%. Die Ergebnisse sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Tabelle 19. Befruchtungsversuche mit sehr hochwertigen und vermindert keimfähigen Pollen von diploiden Apfelsorten nach KOBEL.

Sorten mit mäßigem Pollen sind mit * bezeichnet.

Muttersorte	Vatersorte	Zahl der Blüten	Zahl der Früchte	Ansatz %	Gute Samen je Frucht
Danziger Kantapfel	Sauergrauech	66	7	11	5,6
	Berner Rosenapfel	100	9	9	5,3
	Ontario-Reinette	100	13	13	4,5
	Total bzw. Mittel bei sehr gutem Pollen	266	29	11	5,1
	Fraurotacher *	81	8	10	5,6
Weißer Klarapfel	Weißer Astrachan	68	12	18	2,5
	Pfirsichroter Sommerapfel*	62	23	28	3,6
Oetwiler Reinette	Champagner-Reinette	45	3	7	6,3
	Fraurotacher *	113	12	11	6,2
Gravensteiner	Weißer Klarapfel	98	5	5	0,8
	Weißer Astrachan	112	3	3	1,0
	Total bzw. Mittel bei sehr gutem Pollen	210	8	4	0,9
	Pfirsichroter Sommerapfel*	122	23	19	2,0
Bohnapfel	Sauergrauech	60	18	27	3,9
	Tobiäslers *	86	10	10	3,1
Gesamttotal bzw. Mittel mit sehr gutem Pollen:		649	70	11	3,7
Gesamttotal bzw. Mittel mit „mittelgutem“ Pollen:		464	76	16	4,1

Trotzdem der Pollen eines Teiles dieser diploiden Vatersorten auf Grund der in vitro festgestellten Pollenkeimfähigkeit nicht sehr hochwertig erscheint, erwies er sich für eine ausreichende Befruchtung, wie bei den Versuchen mit Kirschen, als vollkommen genügend. Die Ergebnisse sind also durchaus verschieden von denjenigen mit Pollen, der infolge abnormaler Chromosomenverhältnisse vermindert keimfähig ist. Dieser auffallende Unterschied ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Pollenschläuche, sobald sie ins Griffelgewebe eingedrungen sind, sich als Parasiten verhalten und nicht mehr auf die Nährstoffvorräte des Pollenkornes angewiesen sind. Während nun diejenigen aus den diploiden Pollenkörnern durch keine Entwicklungshemmungen mehr beeinträchtigt werden, vermögen sich, wie wir gesehen haben, die Schläuche mit abnormen Zellkernen der triploiden Sorten nicht weiter zu entwickeln. Ernährungsphysiologisch bedingte Pollensterilität wirkt sich daher praktisch nicht so deutlich aus wie cytologisch bedingte. Immerhin wird man schon aus anderen Gründen dafür sorgen, daß der Baum, und damit auch der in seinen Blüten gebildete Blütenstaub, unter möglichst guten Ernährungsbedingungen stehe.

Mit der cytologisch bedingten und der durch mangelhafte Ernährung verursachten Pollensterilität haben wir wohl noch nicht alle Ursachen für die Degenerationserscheinungen des Pollens erfaßt. Es gibt wohl Obstsorten, die auch bei normalem Chromosomensatz und guter Ernährung viele verkrüppelte Pollenkörner ausbilden. Zu diesen gehört wahrscheinlich die Apfelsorte Tobiäsler, die den normalen Satz von 34 Chromosomen enthält, deren Pollen aber stets, und auch an gesunden und kräftigen Bäumen, zahlreiche Krüppelkörner aufweist. Wir gehen wohl nicht fehl mit der Annahme, daß es sich hier um *faktorell bedingte* Sterilität handle, d. h., daß ein Teil der Pollenkörner Erbanlagen erhalte, durch welche ihre Entwicklungsfähigkeit verunmöglicht werde. Ein sicherer Nachweis dieser Sterilitätsform, die bei anderen Pflanzen mehrfach gefunden wurde, konnte allerdings noch nicht erbracht werden, und ist schwer zu erbringen. Zu der gleichen Gruppe von Erscheinungen gehört wahrscheinlich auch die Pollensterilität des J. H. Hale-Pfirsich und anderer amerikanischer Pfirsichsorten. Weil aber in diesen Fällen mit der Pollendegeneration auch eine Verkümmerng der Staubgefäße verbunden ist, wurde dieses Vorkommen zu der morphologisch bedingten Sterilität gerechnet.

c) Die Sterilität der weiblichen Geschlechtszellen.

Das Vorkommen steriler Eizellen bei Kernobstarten. — Die mangelhafte Erforschung dieser Frage.

Gleich wie die männlichen Geschlechtszellen, gehen auch die weiblichen auf eine Reduktionsteilung zurück, und es ist deshalb zu vermuten, daß triploide Formen ebenfalls eine gestörte Eizellenbildung aufweisen. Die Untersuchung ist technisch bedeutend schwieriger als bei den männlichen Geschlechtszellen. Immerhin ist es RYBIN (1927) gelungen, den Nachweis zu erbringen, daß die Reduktionsteilung in der Samenanlage der Kanada-Reinette die gleichen Abnormitäten aufweist wie in den Antheren. Die im vorangehenden Abschnitt angeführten Chromosomenzahlen von Sämlingen der triploiden Apfelsorte Crimson Bramley können ebenfalls als Beweis für abnorme Reduktionsteilungen in den Samenanlagen herbeigezogen werden. KOBEL (1927) hat ferner darauf hingewiesen, daß sich die triploiden Apfelsorten häufig durch Samenarmut und namentlich durch verhältnismäßig viele geringe Samen auszeichnen. Wir werden auf diese Frage im nächsten Abschnitt zurückkommen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese mit der Triploidie verbundene mangelhafte Eizellenbildung die Samenbildung der Sorten herabsetzen muß. Beim Kernobst ist aber damit zu rechnen, daß in einem Fruchtknoten mindestens 10, bei vielen Sorten bis 20 und mehr Samenanlagen enthalten sind. Wenn nur in einem Teil derselben befruchtungsfähige Eizellen entstehen, so können sich Früchte ausbilden. Zudem ist zu berücksichtigen, daß die Fruchtbarkeit einer Sorte nicht allein vom Samengehalt ihrer Früchte abhängt, daß vielmehr auch andere Faktoren, wie Assimilationstüchtigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und namentlich auch die mehr oder weniger große Neigung zu Parthenokarpie ausschlaggebend sind. Würden triploide Sorten ein geringes Fruchtbildungsvermögen aufweisen, so würden sie von der obstbau-treibenden Bevölkerung sehr bald aufgegeben. Apfel- und Birnsorten mit cytologisch bedingter Pollensterilität brauchen also durchaus nicht unfruchtbar zu sein, wie gelegentlich angenommen wird. Wenn sich auch unter den triploiden einige Sorten, wie etwa der Gravensteiner, befinden, deren Fruchttansatz sehr oft zu wünschen übrig läßt, so zeigen auf der anderen Seite überaus fruchtbare Sorten, wie Bohnapfel, Baldwin u. a., daß keine allgemein gültigen Beziehungen zwischen cytologisch bedingter Pollensterilität und Tragbarkeit abzuleiten sind. Einer der faulsten Träger unter den Birnen, die Vereins-Dechantsbirne, ist diploid und bildet sehr hochwertigen Pollen aus.

Anderes liegen die Verhältnisse bei den Steinobstarten und -sorten. Hier ist in jedem Fruchtknoten nur *eine* entwicklungsfähige Samenanlage enthalten. Wenn diese fehlschlägt, so kann sich, da Jungfernfrüchtigkeit nicht in wesentlichem Maße vorliegt, keine Frucht entwickeln. In dieser Tatsache liegt wohl der Grund, warum weder DARLINGTON noch der Verfasser unter den ihrer Früchte wegen kultivierten Steinobstformen Triploide auffinden konnten. Diese können ihrer weitgehenden Sterilität wegen nur als Zierformen in Frage kommen.

Neben dieser Sterilität von Eizellen infolge abnormer Chromosomenverhältnisse kommt auch eine ernährungsphysiologisch bedingte in Betracht. Wir wissen, daß die Blüten schlecht ernährter Bäume kleiner und schwächer sind als diejenigen gut ernährter und daß sie oft genug zur Fruchtbildung nicht befähigt sind. Wie weitgehend diese Einflüsse auf mangelhafte Ausbildung des weiblichen Geschlechtsapparates und eine damit in Zusammenhang stehende verminderte Befruchtungsfähigkeit der Eizellen zurückzuführen sind, können wir noch nicht beurteilen. Auch wissen wir nicht, ob faktoriell bedingte Sterilität der Eizellen gelegentlich vorkommt.

d) Die Ausbildung tauber Samen.

Bildung tauber Samen bei triploiden Apfel- und Birnsorten. — Schwachwüchsigkeit der Sämlinge von triploiden Sorten. — Bildung tauber Samen infolge faktoriell bedingter Sterilität. — Bildung tauber Samen bei Frühfirsichen und Frühkirschen.

Wenn sich eine Verschmelzung eines männlichen mit einem weiblichen Geschlechtskern vollzogen hat, ist die Ausbildung eines lebensfähigen Keimlings noch nicht gewährleistet. Die befruchtete Eizelle, die Zygote, ist nicht immer entwicklungsfähig. Neben der Sterilität der Geschlechtszellen, die wir in den beiden vorstehenden Abschnitten besprochen haben, kommt auch *Zygotensterilität* vor.

Es sind hier wieder drei Fälle denkbar: *cytologisch* bedingte Sterilität, wenn sich die befruchteten Eizellen infolge eines abnormalen Chromosomensatzes nicht zu lebensfähigen Embryonen auszubilden vermögen, *faktoriell* bedingte Sterilität, wenn durch das Zusammentreffen bestimmter mütterlicher mit bestimmten

väterlichen Erbanlagen Entwicklungsstörungen bedingt werden, und *ernährungsphysiologisch* bedingte Sterilität, wenn die nötigen Baustoffe für die Ausbildung der Samen mangeln, oder wenn sie in ungeeigneter Zusammensetzung zu den sich entwickelnden Embryonen gelangen.

Wir haben gesehen, daß die Eizellen der triploiden Apfel- und Birnsorten jedenfalls nur selten den normalen Satz von 17 Chromosomen enthalten. Es stellt sich nun die Frage, ob nach der Befruchtung solcher abnorm chromosomiger Eizellen die Vorkeim- und Embryobildung sich immer, oder doch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle normal vollziehe. Dies muß sich durch die Untersuchung der Samen entscheiden lassen. Wenn die abnorm chromosomigen Embryonen sich nicht oder nur teilweise normal zu entwickeln vermögen, müssen wir bei triploiden Sorten in größerer Menge abnorme Samen finden. Der Verfasser hat (1926, 1927, 1930) bewiesen, daß tatsächlich solche Apfelsorten an ihren Samen kenntlich sind. Durchschneidet man je eine Anzahl Früchte von diploiden und triploiden Apfelsorten und vergleicht man ihre Samen, so zeigen sich im allgemeinen große Unterschiede: während, wie Abb. 42 zeigt, fast alle Samen der diploiden Sorten normal und sehr gleichmäßig in Form und Größe sind, findet man bei den triploiden viele leere oder nahezu leere Samen. Die mit Embryonen versehenen sind auffallend ungleichmäßig in Form und Größe. Triploide Sorten enthalten 30—50 und mehr Prozent taube und minderwertige Samen, während bei diploiden selten über 10% solche tauben Samen zu finden sind (Abb. 42). Auf Ausnahmen werden wir noch zurückkommen. So können wir umgekehrt aus dem Verhältnis der „guten“ zu den „tauben“ Samen mit einiger Sicherheit einen Rückschluß auf die Chromosomenzahl und damit auch auf den Wert einer Sorte als Pollenlieferant ziehen, sobald uns einige Früchte vorliegen. Schlechtpollige Sorten, also solche, die sich nicht als Befruchter eignen, weisen eine große Menge tauber oder sonstwie verkrüppelter Samen auf. Neben diesen guten und tauben Samen finden sich sowohl bei diploiden als auch bei triploiden Formen häufig ganz kleine, gebräunte Reste von unbefruchteten Samenanlagen.

Schwieriger als bei Apfelsorten sind diese Zusammenhänge bei den Birnen zu überblicken, denn bei ihnen entwickeln sich häufig die unbefruchteten Samenanlagen weiter als bei den Äpfeln. MÜLLER-THURGAU, EWERT und andere haben sie in Früchten, die aus entmannten und eingeschlossenen Blüten ohne Befruchtung entstanden waren, als lange, schmale, hohle Schläuche von brauner Farbe aufgefunden. Bei den Birnen kommen also im Gegensatz zu den Äpfeln samenartige Gebilde vor, die nicht auf eine Befruchtung zurückzuführen sind (Abb. 43). Diese leeren Samenschläuche sind von tauben Samen, wie wir sie bei den triploiden Apfelsorten fanden, mit einiger Sicherheit zu unterscheiden. Die befruchteten tauben Samen sind breiter und lassen zumeist in ihrem Innern Reste eines abgestorbenen Embryos erkennen. Durchschneiden wir eine Anzahl Früchte einer triploiden Birnsorte, so können wir in bezug auf den Samengehalt fünf verschiedene Fälle finden:

1. Die Früchte enthalten gute Samen, breite taube Samen und schmale samenartige Schläuche.
2. Die Früchte enthalten gute Samen und schmale samenartige Schläuche.
3. Die Früchte enthalten breite taube Samen und schmale samenartige Schläuche.
4. Die Früchte enthalten nur samenartige Schläuche.
5. Die Früchte enthalten keine samenartigen Gebilde.

Die unter 3. genannten Früchte entwickeln keine guten, keimfähigen Samen. Man hätte sie also nach der bisherigen Gepflogenheit zu den Jungferfrüchten

zu zählen. Ein Teil dieser Samen, nämlich die breiten tauben, sind aber aus Befruchtungen hervorgegangen, die allerdings infolge abnormer Chromosomenverhältnisse nicht zu normaler Samenbildung geführt haben. KOBEL (1926) hat diese Erscheinung als „Scheinparthenokarpie“ bezeichnet.

Die unter 4. und 5. angeführten Früchte sind unbefruchtet. Ob sich leere Samenschläuche bilden, oder ob die Samenanlagen sich gar nicht entwickeln,

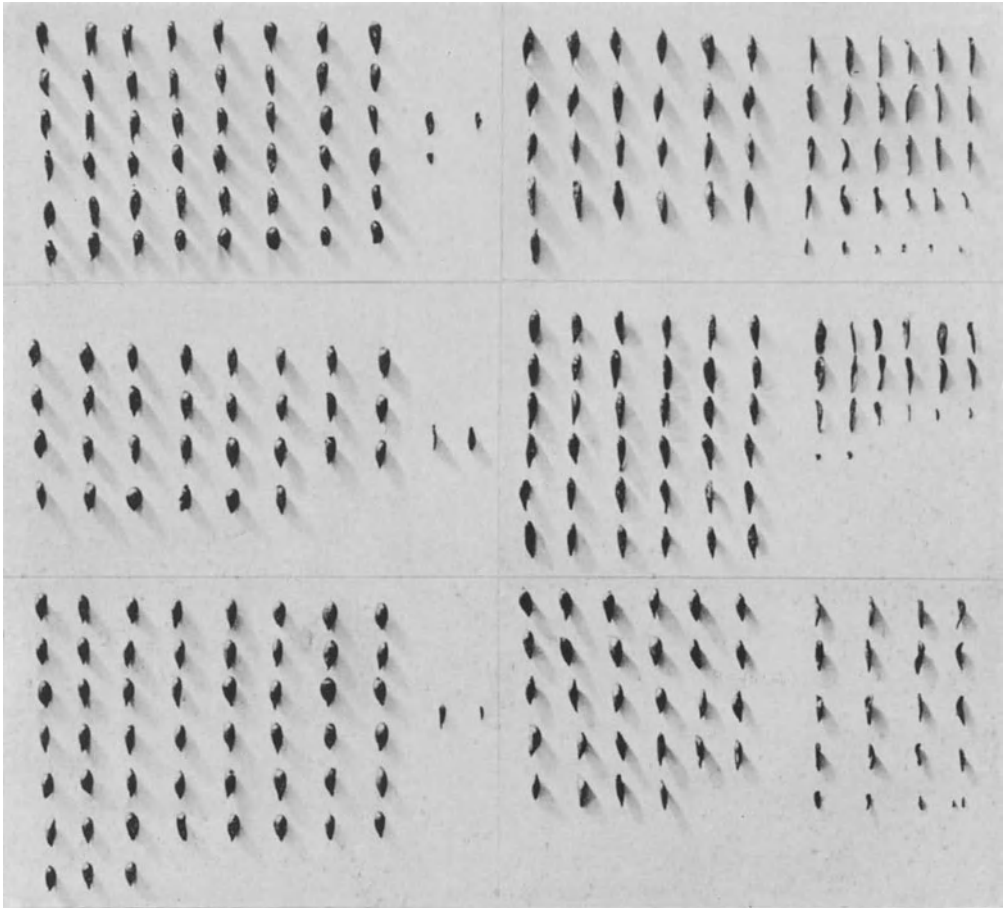


Abb. 42. Ausbildung der Samen von diploiden und triploiden Apfelsorten. Samen von je 8 Früchten. In jedem Bild links die guten, rechts die tauben Samen. Auf der *linken Hälfte*: diploide Sorten mit wenig tauben Samen. Oben: Amerikaner (Bänziger). Mitte: Landsberger Reinette. Unten: Boikenapfel. Auf der *rechten Hälfte*: triploide Sorten mit zahlreichen tauben Samen. Oben: Wintercitronenapfel. Mitte: Stäfer Rosenapfel. Unten: Kanada-Reinette. Verkleinert. Original.

hängt von der Sorte ab. Bei Theilersbirnen scheinen sich beispielsweise die unbefruchteten Samenanlagen zu Schläuchen weiter zu entwickeln, wenn ein Teil der Anlagen befruchtet wird, aber völlig unentwickelt zu bleiben, wenn keine Befruchtung stattfand.

Wir haben nun zu untersuchen, ob diese cytologisch bedingten Abnormitäten in der Samenbildung für den praktischen Obstbau etwelche Bedeutung haben. Wir sahen bereits, daß die Fruchtbarkeit der Kernobstsorten damit nicht in wesentlichem Zusammenhang steht, wenn wir auch zugeben müssen,

daß triploide Sorten im allgemeinen für eine genügende Samenbildung größere Ansprüche an die Bestäubung stellen als diploide. Wichtig ist dagegen das Verhalten der *Samen* der abnormalchromosomigen Sorten. Darüber liegen Angaben von DAHL und JOHANSSON (1924) vor. Diese Forscher konnten allerdings die Zusammenhänge noch nicht übersehen, weil damals die cytologischen Unterlagen noch fehlten. Es war ihnen aufgefallen, daß die Samen von Apfelsorten mit schlechtem Pollen bedeutend weniger keimfähig waren, als diejenigen von Sorten mit gutem Pollen, wie sich aus Tabelle 20 ergibt. Aus den Zahlen läßt

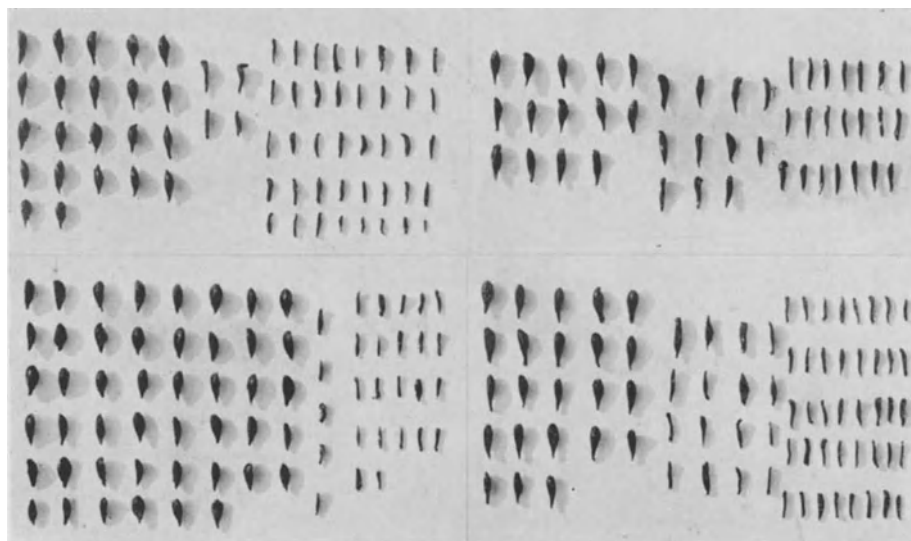


Abb. 43. Ausbildung der Samen von diploiden und triploiden Birnsorten. Samen von je 8 Früchten. In jedem Bild links die vollkommenen Samen, in der Mitte (um eine halbe Reihe nach unten verschoben) befruchtete, aber taube Samen, rechts unbefruchtete, schmale, hohle Schläuche. Die breiten, befruchteten tauben Samen sind auf den Bildern von den schmalen, unbefruchteten an der Breite des Schattens zu unterscheiden. Links oben: Le Lectier (diploid), links unten: Esperens Bergamotte (diploid), beide mit wenig befruchteten tauben Samen. Rechts oben: Pastorenbirne (triploid), rechts unten: Diels Butterbirne (triploid), beide mit zahlreichen befruchteten tauben Samen. Verkleinert. Original.

sich der Schluß ziehen, daß die schwedischen Forscher auch die tauben Samen ausgesät haben.

Tabelle 20. Abhängigkeit der Samenkeimung vom Chromosomensatz der Sorten nach DAHL und JOHANSSON.

Sorten mit gutem Pollen (diploid)	Samen- keimung %	Sorten mit schlechtem Pollen (triploid)	Samen- keimung %
Boikenapfel	87	Schöner von Boskoop	47
Bismarck	77	Ribston Pepping	42
Ananas-Reinette	71	Kalmar Glasäpple	35
Goldparmäne	71	Gravensteiner	32
Cox' Orangen-Reinette	70	Roßviksäpple	31

Wir sehen, daß triploide Sorten geringere Samenkeimung aufweisen als diploide, wie KOBEL (1926) ohne Kenntnis der Arbeit von DAHL und JOHANSSON auf Grund seiner cytologischen Befunde bereits vermutet hatte. Die geringe Keimfähigkeit der Samen hätte an und für sich keine Bedeutung. Nun haben aber DAHL und JOHANSSON beobachtet, daß die Sämlinge solcher Sorten durchschnittlich viel geringeren Wuchs aufweisen als diejenigen der normalen Sorten.

Auch scheint die Verschiedenartigkeit der Sämlinge eine viel bedeutendere zu sein als bei solchen von normalchromosomigen Sorten. Dies verwundert uns ebenfalls nicht mehr, nachdem wir uns von der Verschiedenartigkeit der Chromosomensätze der Embryonen auf Grund der Untersuchungen von DARLINGTON und MOFFET (S. 108) ein Bild machen können. Wir begreifen, daß die starkwüchsigen Sorten Schöner von Boskoop und Gravensteiner durchschnittlich schwächere Sämlinge ergeben müssen, als die schwachwüchsigen Ananas-Reinette und Goldparmäne.

Ähnliche Angaben, durch welche die Befunde der beiden schwedischen Forscher bestätigt werden, finden wir auch bei CRANE und LAWRENCE (1930). In diesen Beispielen ist die Schwachwüchsigkeit der Sämlinge nicht auf abnorme Eizellen, sondern auf abnorme Pollenkörner zurückzuführen. Sie sind in Tabelle 21 zusammengestellt. Von diesen Forschern wurden offenbar nur die guten Samen ausgesät und die mehr oder weniger defekten von vornherein entfernt.

Tabelle 21. Keimfähigkeit der Samen und Lebenskraft der Sämlinge von diploiden und triploiden Apfelsorten nach CRANE und LAWRENCE.

Die Sämlinge wurden im November 1929 gemessen. Die eine Gruppe war zweijährig, die andere einjährig.

		Gute Samen	Gekeimt	Lebensfähige Sämlinge	Durchschnittliche Höhe cm	
Sämlinge von 1929	Diploid × diploid.					
	Lanes Prince Albert × Cox' Orangen-Reinette	27	26	25	77	
	Cox' Orangen-Reinette × Lanes Prince Albert	10	8	7	61	
	Cox' Orangen-Reinette × Peasgood's Nonsuch	28	28	18	46	
	Diploid × triploid.					
	Lanes Prince Albert × Goldreinette von Blenheim . .	9	8	3	9	
	Cox' Orangen-Reinette × Goldreinette von Blenheim . .	14	9	4	15	
	Peasgood's Nonsuch × Goldreinette von Blenheim . .	4	2	2	23	
	Sämlinge von 1928	Diploid × diploid.				
		Northern Spy × Old English Broadleaf	84	82	78	30
Jaune de Metz × Northern Spy		?	?	22	41	
Diploid × triploid.						
Cox' Orangen-Reinette × Goldreinette von Blenheim . .		5	2	1	5	
Lanes Prince Albert × Goldreinette von Blenheim . .		2	2	1	11	

Diese Erkenntnisse sind für den Baumschulbetrieb von größter Bedeutung. Man wird es vermeiden müssen, Saatgut von triploiden Sorten zu verwenden. So ist der schon mehrfach gemachte Vorschlag, das Saatgut für Unterlagen von den „kräftigen, einheimischen“ Sorten Roter Eiserapfel und Bohnapfel zu wählen, entschieden unglücklich, denn beide Sorten sind triploid.

Nun gibt es auch einzelne diploide Apfelsorten, die sehr oft, oder vielleicht immer, recht große Mengen von tauben Samen enthalten. Zu diesen gehört beispielsweise Transparent von Croncels und Cox' Orangen-Reinette. Um cyto-

logisch bedingte Sterilität wie bei den triploiden Sorten kann es sich hier nicht handeln. Auch Ernährungseinflüsse können kaum schuld sein, da diese tauben Samen auch in Früchten von kräftigen Bäumen gefunden werden. Es scheint sich hier um *faktoriell bedingte* Sterilität zu handeln, und wir müssen wohl annehmen, daß bei diesen Sorten in der Reduktionsteilung, die zur Eizellenbildung führt, sich Kombinationen von Erbanlagen ergeben können, welche eine normale Entwicklung der Keimlinge ausschließen.

Es ist wahrscheinlich, daß die faktoriell bedingte Sterilität auch praktisch eine recht große Rolle spielt. Ein auffälliges Beispiel hat KOBEL (1931) beschrieben. Er führte unter anderem an verschiedenen Ästen eines gut gepflegten Buschbaumes von Weißer Klarapfel und eines Hochstammes von Gravensteiner Befruchtungsversuche mit verschiedenen Pollensorten durch. Die Ergebnisse sind in Tabelle 22 zusammengestellt.

Tabelle 22. Befruchtungsversuche mit verschiedenen Pollensorten bei Weißer Klarapfel und Gravensteiner nach KOBEL.

	Zahl der Blüten	Fruchtansatz 7. Juni %	Reife Früchte %	Gute Samen Hohle Samen Hohle Samen		
				pro Frucht		%
<i>Weißer Klarapfel</i> ×						
Weißer Astrachan . . .	68	32	18	2,5	0,5	17
Pfirsichroter Sommerapfel	82	43	28	3,6	0,5	11
Transparent v. Croncels	104	47	4	0,3	2,3	87
Klarapfel	60	20	13	0	0	—
<i>Gravensteiner</i> ×						
Pfirsichroter Sommerapfel	122	21	19	2	0,9	31
Weißer Klarapfel . . .	98	6	5	0,8	1,2	60
Weißer Astrachan . . .	112	4	3	1	1,7	62
Gravensteiner	70	0	0	—	—	—

Wir sehen aus der Zusammenstellung, daß die Bestäubung von Weißer Klarapfel mit Pollen von W. Astrachan und Pfirsichrotem Sommerapfel einen guten Ansatz normal befruchteter Äpfel ergab. 17% bzw. 11% der Samen war taub. Wurde Pollen von Transparent von Croncels verwendet, so war der Fruchtansatz nach dem Junifall am 7. Juni noch sehr groß, bedeutend größer als nach Bestäubung mit sorteneigenem Pollen. Nachher fielen fast alle Früchte ab. In den übrigbleibenden fanden sich fast gleich viele Samen wie in denjenigen der Kombination Weißer Klarapfel × Weißer Astrachan und Weißer Klarapfel × Pfirsichroter Sommerapfel. Aber 87% dieser Samen waren taub. Es scheint also, daß durch die Befruchtung der Eizellen von Klarapfel mit Pollen von Transparent von Croncels sich Kombinationen von Erbanlagen ergeben, die eine normale Entwicklung der Embryonen ausschließen. Hier wird offenbar der Fruchtansatz durch *faktoriell bedingte Sterilität* verunmöglicht. Der Fruchtansatz war noch geringer als nach Selbstbestäubung, aus der sich allerdings nur samenlose Früchte ergaben.

Ähnlich scheinen die Verhältnisse bei den Versuchen mit dem triploiden Gravensteiner zu liegen. Die Bestäubung mit Pfirsichroter Sommerapfel ergab hohen Fruchtansatz und nur 30% taube Samen, diejenige mit Weißer Astrachan und Weißer Klarapfel ergab geringe Fruchtansätze und 62% bzw. 60% taube Samen.

Wir werden wohl in Zukunft dem Verhältnis von guten und tauben Samen in den Äpfeln und Birnen aus unseren Befruchtungsversuchen mehr Aufmerksamkeit schenken müssen als bisher. Die beste Pollensorte wäre diejenige, welche am wenigsten taube Samen liefern würde.

Ob sich in den reziproken Kreuzungen, also beispielsweise in der Kombination Transparent von Croncels bestäubt mit Weißer Klarapfel, ebenfalls taube Samen ergeben, ist bisher noch nicht untersucht.

Diese Bildung tauber Samen und die damit verbundene Verunmögung oder Herabsetzung des Fruchtänsatzes ist oft schwer von der noch zu besprechenden physiologisch bedingten Intersterilität zu unterscheiden. Der Unterschied besteht darin, daß im einen Fall zwar die Befruchtung stattfindet, aber die Embryonen nicht lebensfähig sind, während im andern die Befruchtung nicht zustande kommt, weil der Pollenschlauch nicht zu den Eizellen gelangen kann. Die praktische Auswirkung der beiden Erscheinungen ist dieselbe.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch die *Ernährung* der befruchteten Eizelle und der aus ihr hervorgehenden Gewebe des Embryos für die Samen- und Fruchtbildung von großer Bedeutung ist. Wir sind aber über die Ernährungsverhältnisse der Samen nur sehr mangelhaft unterrichtet. Ferner ist für die Darstellung dieser Verhältnisse erschwerend, daß die Entwicklung der Früchte nicht nur von der Ausbildung der Samen, sondern auch von derjenigen des Fruchtfleisches abhängig ist. Der eiweißreiche Keimling des Samens stellt aber jedenfalls für seine Ernährung nicht dieselben Ansprüche wie das kohlehydratreiche Fruchtfleisch. Es muß also für beide Teile ebemäßig gesorgt sein, wenn sich befriedigende Ernten ausbilden sollen. Wir werden auf diese Fragen im Abschnitt über die Entwicklung der Früchte eingehend zurückkommen.

Zum Schluß muß darauf hingewiesen werden, daß die Steine der meisten Frühkirschen und Frühfirsiche selten wohl ausgebildete Keimlinge enthalten. Sie sind meist taub. Über die Ursache dieser Erscheinung wissen wir nichts Genaueres. Es ist möglich, daß es sich um eine Form von faktoriell bedingter Sterilität handelt, die mit den Anlagen für Frühreife erblich gekoppelt ist. Es ist aber auch denkbar, daß diese Erscheinung ernährungsphysiologisch begründet ist.

e) Die Selbststerilität und Intersterilität.

α) *Begriffe und Untersuchungsmethoden.*

Die Umschreibung der Selbststerilität. — Der Begriff der Intersterilität. — Unterscheidung von Selbstbefruchtung, Jungfernfrüchtigkeit und Apogamie. — Methoden zum Nachweis derselben. — Der Nachweis der Intersterilität.

Wenn der Pollen einer Blüte trotz guter Keimfähigkeit aus physiologischen Gründen nicht fähig ist, die Samenanlagen derselben Blüte zu befruchten, spricht der Botaniker von *Selbststerilität*. Ist der blüteneigene Pollen dagegen befruchtungsfähig, so spricht er von *Selbstfertilität*. Selbststerile Formen heißen auch *Fremdbefruchter*, weil sie für die Samenbildung auf die Anwesenheit von fremden Pollen angewiesen sind; die selbstfertilen heißen auch *Selbstbefruchter*. Letztere können aber durch fremden Pollen ebenfalls befruchtet werden.

Wie der Pollen der gleichen Blüte, verhält sich im allgemeinen auch derjenige von anderen Blüten der gleichen Pflanze. Da jede Kern- und Steinobstsorte aus ungeschlechtlicher Vermehrung einer einzigen Sämlingspflanze hervorgegangen ist, *muß sich auch der Pollen von verschiedenen Bäumen der gleichen Sorten verhalten, wie derjenige der gleichen Blüte*. Bei selbststerilen Formen ist also zur Befruchtung und Samenbildung *sortenfremder* Pollen notwendig. Daß dem so ist, konnte in zahlreichen Versuchen, die wir in den nächsten Abschnitten zu besprechen haben, nachgewiesen werden. „Selbstfertilität“ und „Selbststerilität“ bezieht sich daher in unserem Fall immer auf die Sorte.

In ähnlicher Weise, wie von Selbst- und Fremdbefruchtung, spricht man auch von Selbst- und Fremdbestäubung. Diese Begriffe werden recht oft zu wenig auseinandergehalten, obschon sie durchaus nicht gleichwertig sind, denn dadurch, daß die Narbe des Griffels mit sorteneigenem Pollen belegt wird, daß also Selbstbestäubung eintritt, wird Selbstbefruchtung noch keineswegs garantiert.

Aber auch Fremdbestäubung sichert Fremdbefruchtung nicht in allen Fällen, auch wenn der Pollen keimfähig ist und von derselben Pflanzenart stammt. Es kann nämlich vorkommen, daß sich ganze Gruppen von Sorten einer Obstart verhalten wie eine einzige selbststerile und sich gegenseitig aus physiologischen Gründen nicht zu befruchten vermögen. In diesem Fall spricht man von *Intersterilität* oder *Kreuzsterilität*.

In der obstbaulichen Literatur wird leider diesen Begriffen sehr oft ein anderer Inhalt gegeben und dadurch viel Unklarheit und unscharfe Fragestellungen verursacht. Da aber eine klare Begriffsbildung die erste Voraussetzung für jede weitere Forschung ist, wollen wir die erwähnten Ausdrücke nur in der Weise anwenden, wie sie der Botaniker gebraucht; denn ein zweckmäßiger Obstbau ist angewandte Botanik.

Einige Obstarten, namentlich Apfel- und Birnbaum, bilden gelegentlich auch Früchte ohne Befruchtung. Diese sind samenlos und werden als Jungferfrüchte, die Erscheinung als *Jungferfrüchtigkeit* oder *Parthenokarpie*, bezeichnet. Viele Versuchsansteller haben nun die in ihren Versuchen erhaltenen Früchte nicht auf den Samengehalt untersucht. Jungferfrüchtigkeit wird daher sehr häufig mit Selbstbefruchtung verwechselt. Wir müssen aber beide Erscheinungen scharf trennen, da für die Bildung der samenlosen Jungferfrüchte weder sorteneigener, noch sortenfremder Pollen nötig ist.

Die bis jetzt bei Apfelsorten ausnahmsweise vorgefundene *Apogamie* darf ebensowenig mit Selbstbefruchtung verwechselt werden. Die teils tauben, teils normalen Samen entstehen hier aus den Eizellen ohne Befruchtung.

Für den Praktiker scheinen allerdings die drei Möglichkeiten der Selbstbefruchtung, Parthenokarpie und Apogamie dieselbe Bedeutung zu haben: sie befreien ihn, wenn sie in genügendem Ausmaß vorhanden sind, von der Notwendigkeit, verschiedene Sorten durcheinander zu pflanzen, was in technischer Hinsicht Vorteile bieten würde. Unter der scheinbar bequemen Bezeichnung „Selbstfertilität“ gehen denn auch in der Obstbauliteratur sowohl eigentliche Selbstbefruchtung als auch Parthenokarpie, in selteneren Fällen vielleicht auch Apogamie. Es ist zwar nicht möglich, dem Letzten der Obstbautreibenden diese Unterschiede klarzulegen. Derjenige Praktiker aber, der seiner Arbeit mit Verständnis nachzugehen sucht, muß eine genauere Kenntnis dieser Erscheinungen wünschen, um aus dieser Kenntnis seinen Vorteil zu ziehen. Vor allem aber sind alle diejenigen, die mit Forschung zu tun haben, oder als Lehrer wirken, verpflichtet, diese Begriffe scharf auseinanderzuhalten. Die Erscheinungen sind aber auch praktisch durchaus nicht gleichwertig. So vermag z. B. eine parthenokarpe Sorte ihre Früchte auszureifen, auch wenn die empfindlichen Griffel ihrer Blüten im Frühjahr dem Frost anheimgefallen sind; ein Selbstbefruchter könnte aber in einem solchen Jahr keinen Ertrag bringen.

Die Engländer und Amerikaner (z. B. CHANDLER) haben den Ausdruck „selffruitfull“ an Stelle von „selffertil“ vorgeschlagen, und sie verstehen darunter die Fruchtbildung ohne Einwirkung von fremdem Pollen, gleichgültig, ob Selbstfertilität oder Jungferfrüchtigkeit vorliege. Wir können in gleicher Weise von „Selbstfruchtbarkeit“ an Stelle von „Selbstbefruchtung“ sprechen. EWERT gebraucht gelegentlich den Ausdruck „eigenes Fruchtungsvermögen“. Alle diese Ausdrücke schaffen aber nur Verwirrung und Unklarheit. Die un-

richtige Anwendung des Begriffes „Selbstfertilität“ im Obstbau geht auf den Amerikaner WAITE (1894, 1898) zurück, der die ersten grundlegenden Befruchtungsversuche mit Apfel- und Birnsorten durchführte. MÜLLER-THURGAU war einer der wenigen Forscher, die von Anfang an die Verwechslung von Selbstbefruchtung und Jungfernfrüchtigkeit erkannten und die Begriffe klarzustellen versuchten. Gebrauchen wir also die Begriffe der Botaniker in ihrem eigentlichen Sinn!

Diese Klarheit der Begriffe „Selbstfertilität“ und „Selbststerilität“ dürfte nur in zwei seltenen Fällen getrübt sein: wenn Knospenmutationen vorliegen, und wenn zwei oder mehrere Sämlinge einander äußerlich so ähnlich sehen, daß ihre Abkömmlinge praktisch als *eine* Sorte aufgefaßt werden. Über die Verbreitung der Knospenmutationen sind wir noch recht wenig unterrichtet. Die durch Knospenmutationen entstandenen Formen sind mit der Stammform, wie wir sehen werden, intersteril. Ob man sie von den Stammformen trennt und als eigene Sorten betrachtet, hängt einzig von der Auffälligkeit der Mutation ab.

Häufiger tritt wohl der Fall ein, daß zwei Sämlinge einander so ähnlich sehen, daß ihre auf vegetativem Wege erhaltenen Abkömmlinge praktisch nicht auseinandergehalten werden können. Dies dürfte besonders bei Steinobstarten häufig zutreffen. So ist nach den Untersuchungen von CRANE (1923) die Kirschart Black Tartarian durchaus nicht etwas Einheitliches. Sorten, die mehr oder weniger samenecht fallen, wie etwa die deutsche Hauszwetschge, sind in dieser Hinsicht besonders schwierig zu überblicken. Noch unklarer liegen die Verhältnisse bei Formen, wie etwa der Pfirsichsorte Kernechte aus dem Vorgebirge. Hier werden überhaupt eine Anzahl von Sämlingen von ähnlicher, aber doch nicht unbedingt einheitlicher erblicher Zusammensetzung als Sorte vereinigt, ähnlich wie etwa die sämtlichen Individuen einer durch Samen vermehrten Salatsorte. Doch spielt dieser Fall für unsere Betrachtungen praktisch keine Rolle, weil solche Pfirsichsorten Selbstbefruchter sind, also jeder Baum mit eigenem Pollen Früchte ansetzen kann.

Auch der Begriff „Intersterilität“ oder „Kreuzsterilität“ wird von manchen Forschern in einer unrichtigen, zu Verwechslung und Unsicherheit führenden Weise gebraucht, nämlich für die in einem früheren Abschnitt beschriebenen Folgen der Pollensterilität. Es ist aber klar, daß es sich um ganz verschiedene Erscheinungen handelt. Die eigentliche Intersterilität ist, wie wir sehen werden, reizphysiologisch bedingt und eine besondere Form der Selbststerilität. Sie ist meist reziprok: wenn sich Sorte *A* nicht mit Pollen der Sorte *B* befruchten läßt, so ergibt auch die Bestäubung von *B* mit *A* keine Früchte. Dagegen ist sowohl *A*- als auch *B*-Pollen für sehr viele andere Sorten befruchtungsfähig. Die auf Pollensterilität der Sorte *X* beruhende Verunmöglichung der Befruchtung wirkt sich dagegen sowohl bei Sorte *Y* als auch bei allen anderen Sorten aus. Die Erscheinungen sind also total verschieden verursacht und wirken sich auch praktisch in ganz ungleicher Weise aus. Auch die S. 133 beschriebene faktoriell bedingte Zygotensterilität dürfen wir nicht mit der eigentlichen Intersterilität verwechseln.

Wir wollen nun vorerst untersuchen, mit welchen Methoden wir am leichtesten und sichersten nachzuweisen vermögen, welche Sorten selbstfertil und welche auf fremden Pollen angewiesen seien. Es ist wichtig, dies zu wissen, denn selbstfertile dürfen wir in sortenreinen Anlagen pflanzen, während wir selbststerile nur in Mischpflanzungen mit Erfolg kultivieren können. Zugleich werden wir auch überlegen, wie wir Parthenokarpie und Apogamie auffinden. Es sind folgende Wege möglich:

1. Die Blüten werden, bevor sie sich öffnen, in Baumwollsäcke oder Pergamindüten eingeschlossen und sich selbst überlassen.

2. Die Blüten werden, bevor sie sich öffnen, in Baumwollsäcke oder Pergamindüten eingeschlossen und nach ihrem Aufblühen mit dem eigenen Pollen bestäubt.

3. Die Blütenknospen werden entmannt, indem man die Staubbeutel entfernt, bevor sie sich geöffnet haben. Hierauf werden die Knospen eingeschlossen und mit sorteneigenem Pollen bestäubt.

4. Die Blütenknospen werden entmannt, eingeschlossen und sich selbst überlassen.

5. Die Blütenknospen werden entmannt und nach Entfernung der Blütenblätter, ohne eingeschlossen zu werden, sich selbst überlassen.

1. Die erste Methode ist, für sich allein angewandt, zum Nachweis der Selbstbefruchtung ungenügend, denn es ist keine Gewähr gegeben, daß Pollen im richtigen Zeitpunkt auf die Narbe gelangt. Setzen Früchte an, so müssen sie unbedingt auf ihren Samengehalt untersucht werden, weil man nur so zwischen Parthenokarpie und Selbstbefruchtung unterscheiden kann, wobei aber zu bedenken ist, daß, wenn Samen vorkommen, auch Apogamie vorliegen könnte.

2. Diese Methode ist für den Nachweis der Selbstbefruchtung sehr wohl geeignet. Im übrigen gilt dasselbe wie für die erste.

3. Das Entmannen und Einbinden der Blüten, um sie nachher mit sorteneigenem Pollen zu bestäuben, ist umständlich und zeitraubend. Es dürfte nur in seltenen Fällen, wo es sich um subtile Vergleiche handelt, notwendig sein. Es bietet gegenüber dem zweiten Verfahren keine Vorteile.

4. Das Sichselbstüberlassen der entmannten, eingeschlossenen Blütenknospen gibt uns die Möglichkeit, Apogamie nachzuweisen. Bilden sich ohne Bestäubung samenhaltige Früchte, so liegt eine apogame Sorte, bilden sich solche ohne Samen, so liegt uns eine parthenokarpe vor.

5. Die letzte Methode, die Blüten zu entmannen und ohne sie einzuschließen sich selbst zu überlassen, ist im großen von SAX (1922) und anderen amerikanischen Forschern, wie HOWLETT (1927) angewandt worden. Sie stützen sich auf die Beobachtung von LEWIS und VINCENT (1909), die seither mehrfach bestätigt wurde, daß Bienen die Blüten, deren Kronblätter entfernt wurden, nicht besuchen. Die Methode erspart sehr viel Arbeit, schließt aber die Gefahr in sich, daß doch hin und wieder ein Insekt solche Blüten besuchen könnte. Auch ist eine gelegentliche Windbestäubung sehr wohl denkbar. Wir werden also die nach diesem Vorgehen ausgeführten Versuche mit einiger Vorsicht zu bewerten haben. Für genauere Untersuchungen ist die Methode nicht empfehlenswert, was sich schon daraus ergibt, daß die Apfelsorte Spencers Kernloser, die in ihren Blüten weder Staubgefäße noch Kronblätter entwickelt, also den nach SAX behandelten Blüten völlig entspricht, gelegentlich kernhaltige Früchte bildet. Eine solche Beobachtung teilte mir Baumschulbesitzer STALDER jun. in Meggen bei Luzern mit, und ich konnte sie seither selbst wiederholen.

Wir kommen somit zum Schluß, daß wir am besten mit Kombination der Methode 2 und 4 vorgehen. Mit Methode 2 erhalten wir die Entscheidung, ob bei Anwesenheit von sorteneigenen Pollen eine Fruchtbildung überhaupt stattfindet, und können durch Zerschneiden der Früchte untersuchen, ob diese parthenokarp sind oder nicht. Methode 4 gibt uns die Möglichkeit, zwischen Apogamie und Selbstbefruchtung zu unterscheiden. Dabei erscheint natürlich die Prüfung auf Apogamie nur notwendig, wenn sich in den nach Methode 2 durchgeführten Versuchen samenhaltige Früchte ergeben haben.

HENDRICKSON (1919) und andere amerikanische Forscher haben die Methode 2 im großen angewendet, indem sie ganze Bäume mit Zelten einschlossen

und die Bestäubung durch darin aufgestellte Bienenvölker besorgen ließen (Abb. 45). Die Methode ist, wo sie durchgeführt werden kann, vorzüglich, aber teuer. Wie beim Einbinden der Blütenbüschel oder Äste könnten durch die Beschattung und vielleicht auch durch eine Veränderung der Transpiration Versuchsfehler zustande kommen.

EWERT (z. B. 1929) hat mehrfach darauf hingewiesen, daß das Einbinden einzelner Blüten oder kleiner Äste nachteilig auf den Fruchtansatz einzuwirken vermöge und daß die Fruchtansätze aus solchen Blüten nicht ohne weiteres mit denjenigen aus offen dastehenden verglichen werden könnten. Die Erfahrungen zahlreicher Forscher haben aber ergeben, daß dieser Einwand dahinfällt,



Abb. 44. Die Durchführung von Befruchtungsversuchen mit Obstsorten. Das Einbinden von Ästen in Baumwollsäcke, Kirschbäume in Frenkendorf (Baselland). (Aus KOBEL und SACHOFF 1929.)

wenn man *größere Äste* einbindet, denn diese weisen eine genügende Individualität auf, und die Beschattung oder Verminderung der Transpiration hat sich nirgends als schädigend erwiesen, wird also auch in Zelten nicht von Bedeutung sein.

Man kann ferner, wie teilweise EWERT und namentlich CRANE und Mitarbeiter, mit Topfobstbäumen in Versuchshäusern arbeiten, eine Methode, die, wo Bäume und Häuser vorhanden sind, vorzügliche Dienste zu leisten scheint. Sie hat aber die Tücke, daß bei Topfobstbäumen die physiologischen Bedingungen nicht dieselben sind, wie etwa beim Feldobstbaum auf Wildlingsunterlage, so daß auch hier, wie wir bereits in den entsprechenden Versuchen mit diploiden und triploiden Sorten sahen, die Versuchsergebnisse mit einiger Vorsicht zu verwenden sind.

Schließlich haben wir noch zu untersuchen, auf welche Weise wir die *Intersterilität* am einfachsten und sichersten nachweisen können. Da die Intersterili-

tät eine Form der Selbststerilität ist, kann sie nur bei Sorten vorkommen, die mit eigenem Blütenstaub nicht befruchtungsfähig sind. Wir werden also auf Intersterilität nur prüfen, wenn Selbststerilität bereits nachgewiesen oder sehr wahrscheinlich ist. In diesem Fall brauchen wir aber die Blüten nicht zu entmannen und können uns so eine riesige Arbeit ersparen. Wir schließen also die Blütenknospen an möglichst großen Ästen kurze Zeit vor dem Aufblühen in Baumwollsäcke ein. Wenn die Narben befruchtungsfähig sind, bestäuben wir sie mit dem zu untersuchenden sortenfremden Blütenstaub. Wie die Erfahrung zeigt, schadet der sorteneigene, nicht befruchtungsfähige Pollen, der dabei notwendigerweise ebenfalls auf die Narben gelangt, nicht im geringsten. Die Übertragung des Pollens kann dabei auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Einige Forscher bestäuben mit dem Fingernagel, auf dem sie den Pollen sammeln. Andere bestäuben mit geöffneten Staubbeuteln, die sie mit der Pinzette fassen. Der Verfasser sammelte früher Pollen auf schwarzem Glanzpapier, wie es für die Untersuchung der Pollenkeimfähigkeit beschrieben wurde, und übertrug ihn dann mit dem Pinsel. Noch einfacher ist es, die Blüten vor dem Öffnen der Staubgefäße zu sammeln und sie dann in einer Schale an einer geeigneten Stelle auszulegen, bis genügend Staubgefäße geplatzt sind. Will man nun die Bestäubung vornehmen, so faßt man einzelne Blüten mit der linken Hand, entnimmt ihnen den Pollen mit einem in der rechten gehaltenen Pinsel und überträgt ihn auf die Narben. Mit diesem Vorgehen arbeitet man

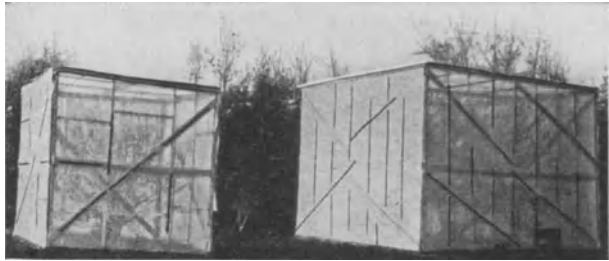


Abb. 45. Einzelnen ganzer Bäume zur Durchführung von Befruchtungsversuchen. (Nach HOWLETT.)

sehr rasch, und es hat zudem den Vorteil, der natürlichen Pollenübertragung durch Bienen sehr ähnlich zu sein. Man kann dabei die Blüten sehr wohl am Vorabend sammeln und die Staubgefäße sich über Nacht öffnen lassen. Wo immer möglich, wird man die Keimfähigkeit des verwendeten Pollens im künstlichen Medium prüfen.

β) Die Grenzen der Fremdbefruchtung.

Gegenseitige Befruchtung von Wild- und Kulturformen beim Apfel- und Birnbaum. — Die gegenseitige Befruchtbarkeit der Steinobstarten.

Geschlechtszellen können sich nur vereinigen, wenn die Pflanzen, aus denen sie hervorgingen, miteinander verwandt sind. Der benötigte Grad dieser Verwandtschaft ist von Fall zu Fall verschieden. Wir haben zudem auch keinen sicheren Maßstab, um ihn zu bestimmen. Meist liegen die Verhältnisse so, daß Geschlechtszellen, welche der gleichen *Art* angehören, sich vereinigen können. Unter den Obstgewächsen herrschen jedoch in bezug auf die gegenseitige Befruchtbarkeit die mannigfaltigsten Verhältnisse. Es können sich vielfach Angehörige verschiedener Arten und sogar verschiedener Gattungen kreuzen, wobei wir allerdings nicht vergessen dürfen, daß sowohl die Art, als auch die Gattungsgrenzen von uns willkürlich gezogen sind.

Die kultivierten *Apfelsorten* sind mit aller Sicherheit zum mindesten auf zwei Arten, *Malus pumila* und *M. sylvestris*, zurückzuführen. Ob daneben

auch Arten wie *M. baccata*, *M. prunifolia* und andere zu den Vorfahren unserer Kultursorten gezählt werden müssen, kann dagegen nicht entschieden werden. Sicher ist, daß in der Gattung *Malus* Artbastarde mit großer Leichtigkeit entstehen; denn es werden zahlreiche solche Formen als Zierpflanzen kultiviert. Einige Artbastarde finden in den Vereinigten Staaten zur Heranzucht von Unterlagssorten Verwendung. Es ist also theoretisch möglich, als Befruchter unserer Apfelsorten verschiedene Wildformen der Gattung *Malus* zu wählen, wenn auch durchaus nicht gesagt ist, daß die Befruchtung eine so reichliche ist, wie zwischen zwei normalchromosomigen Kultursorten, und wenn man in der Praxis auch nie zu diesem Mittel greifen wird.

Ähnlich wie bei den Kulturäpfeln liegen die Verhältnisse bei den *Kulturbirnen*. Auch hier ist man über die Einzelheiten der Abstammung sehr wenig orientiert, hat aber allen Grund anzunehmen, daß verschiedene Arten bei ihrem Zustandekommen mitgewirkt haben. Auch hier weiß man, daß verschiedene Wildformen fähig sind, die Kultursorten zu befruchten.

Eine Befruchtung zwischen Apfel- und Birnsorten ist bis jetzt noch nie erhalten worden. Alle älteren Angaben über birnförmige Äpfel, die aus der Befruchtung von Apfelblüten durch Birnpollen hervorgegangen sein sollen (Karpoxenienbildung), gehören ins Reich der Fabel. Dagegen kommen Befruchtungen zwischen anderen Gattungen der *Pomoideen* anscheinend gelegentlich vor. So hat TRABUT (1916) eine *Pyronia*, d. h. einen Bastard zwischen Birne und Quitte beschrieben, der als *Cydonia Veitschii* bekannt war. Dagegen sind die *Pyrocydonien* Chimären („Pfropfbastarde“) und nicht Hybriden. Auch neben den Chimären von Mispel und Weißdorn kommt ein echter Bastard vor, und die berühmte *Pyrus Pollveriana* gilt als Bastard zwischen Birne und *Sorbus Aria* (Eberesche).

In der Gruppe des Steinobstes geht die gegenseitige Befruchtungsmöglichkeit ebenfalls weit über die Artgrenzen hinaus, hält sich aber anscheinend mehr oder weniger in den Grenzen der Untergattungen. Über diese Fragen arbeiteten in neuerer Zeit BARKER und SPINKS (1919), HENDRICKSON (1919), MACOUN (1919, 1922), BEAUMONT und WILCOX (1922), MAC DANIELS (1923), WELLINGTON (1927) u. a.

In der Untergattung *Amygdalus* dürfte die gegenseitige Befruchtungsfähigkeit von Pfirsich und Mandel außer Zweifel sein, obschon die Form *Prunus persicoides* als Chimäre gedeutet wird. Pfirsich und Zwergmandel (*Prunus nana*) vermögen sich nach ALDERMAN (1926) ebenfalls zu befruchten. Auch ein Bastard zwischen Pfirsich und *P. triflora*, der allerdings steril ist, wurde hergestellt.

In der Untergattung *Cerasus* ist die gegenseitige Befruchtungsfähigkeit der Süß- und Sauerkirschen wichtig. Sie ist so groß, daß sie für die Fruchtbildung in größeren Pflanzungen von Bedeutung sein kann. Voraussetzung ist nur, daß die Süßkirschenarten unter den Spätblühern gewählt werden, da die meisten *Avium*-formen ihre Blüte vor den Sauerkirschen öffnen. Die Süßkirsche soll auch mit *Prunus Mahaleb* bastardieren.

Am unübersichtlichsten liegen die Verhältnisse in der Untergattung *Euprunus*, zu der die verschiedenen Pflaumen und die Zwetschgen gehören. Die europäischen Sorten werden von *Prunus domestica* (im weiteren Sinn) und *P. cerasifera* abgeleitet. Diese Einteilung ist eine natürliche, da die *Cerasifera*-formen (Kirschpflaumen) in ihren Geschlechtszellen 8, alle *Domestica*-formen aber 24 Chromosomen aufweisen. Über die weitere Abstammung von *P. domestica*, die sicher eine Sammelart ist, und ihre Gliederung, gehen die Meinungen weit auseinander. Einige Autoren verstehen unter der Bezeichnung *P. domestica* nur die eigentlichen Zwetschgen, während sie die Pflaumen als *P. insitia* ab-

trennen. Auch andere „Arten“, wie *P. oeconomica*, *P. italica* u. a. sind aufgestellt worden. Dabei ziehen die verschiedenen Autoren die Abgrenzungen verschieden, und die Namen bedeuten daher nicht immer das gleiche. Der Streit, welche Auffassung die richtige sei, ist müßig, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß sämtliche Gruppen sich leicht gegenseitig befruchten, sich also verhalten, wie Formen ein und derselben Art. Die Fälle von Intersterilität, die wir im nächsten Abschnitt beschreiben werden, beruhen keineswegs auf zu geringer Verwandtschaft. Durch die Kultur sind offenbar eine Anzahl ursprünglich voneinander wohl verschiedene Ausgangsformen, die man füglich als Arten bezeichnen könnte, so durcheinandergemischt worden, daß ein Auseinanderhalten derselben auch durch die sorgfältigste erbliche Analyse kaum mehr möglich wäre, um so mehr, als man über die Wildformen im unklaren ist. Deshalb ist auch eine scharfe Abgrenzung zwischen Pflaumen und Zwetschgen unmöglich.

Prunus cerasifera und *domestica* scheinen sich gegenseitig zu befruchten. CRANE erhielt Bastardsamen, die allerdings schlecht aufgingen und nur einen einzigen lebensfähigen Sämling ergaben.

Damit ist aber die Befruchtungsmöglichkeit unserer *Domesticagruppe* noch nicht erschöpft. Die Befruchtungsversuche in Kalifornien (HENDRICKSON 1919 und 1922) haben gezeigt, daß auch die japanische *P. triloba*, die vielleicht selbst ein Gemisch von Artbastarden darstellt, sich durch Pollen von *P. domestica* befruchten läßt. Diese japanischen Sorten lassen sich ihrerseits durch Pollen von *P. americana* und *P. nigra* befruchten (BEAUMONT und WILCOX 1922), so daß dadurch eine neue Gruppe von Artbastarden entsteht. In der Pflaumensippe erstreckt sich also die gegenseitige Befruchtungsfähigkeit über wenigstens ein halbes Dutzend Arten, wenn auch einige Kombinationen, wie z. B. die Befruchtung von *Domestica*-formen durch den Pollen von japanischen Sorten nicht oder nur ausnahmsweise möglich sind. Praktisch spielt, abgesehen von der Sortenzüchtung, diese gegenseitige Befruchtungsfähigkeit der verschiedenen Gruppen keine große Rolle, weil die Anbauggebiete der einzelnen Gruppen mehr oder weniger getrennt sind, und zudem die Blütezeiten nur teilweise übereinstimmen. Die *Cerasifera*-, *Triflora*- und *American*aformen blühen vor den *Domestica*sorten.

Über die Grenzen der Befruchtungsfähigkeit der Aprikosen, die einer anderen Gruppe der gleichen Unterart angehören, sind wir nur mangelhaft unterrichtet.

γ) Ursachen der Selbststerilität und Intersterilität.

Die möglichen Ursachen von Selbststerilität und Intersterilität. — Beeinflussung der Pollenkeimung durch sorteneigene und sortenfremde Narben. — Das Verhalten der Pollenschläuche im sorteneigenen und sortenfremden Griffelgewebe. — Die Intersterilität als Spezialfall der Selbststerilität. — Die unvollkommene Selbststerilität (Pseudofertilität).

Wenn wir die weit über die Artgrenzen hinausgehende Befruchtbarkeit in Betracht ziehen, ist uns ohne weiteres klar, daß die Intersterilität zwischen ähnlichen Sorten der gleichen Obstart nicht auf zu geringe Verwandtschaft der intersterilen Sorten zurückgeführt werden kann. Man gewinnt eher den Eindruck, daß die intersterilen Sorten einander zu nahe verwandt seien, um sich gegenseitig befruchten zu können. Nur kommt man mit dieser Annahme einer Erklärung der sonderbaren Erscheinung nicht näher. Wir betrachten aber vorläufig die Intersterilität als einen Spezialfall der Selbststerilität. Die Begründung dieser Auffassung wird sich später ergeben.

Wir haben nun die Aufgabe, zu untersuchen, worauf es beruhe, daß ein Teil der Obstsorten sich mit dem eigenen Blütenstaub befruchten lasse, während andere bei Bestäubung mit eigenem Pollen, wie auch mit demjenigen gewisser

anderer Sorten keine oder doch nur sehr wenig Früchte ausreifen. Es sind theoretisch verschiedene Fälle möglich:

1. Der Pollen keimt auf der Narbe nicht aus.
2. Der Pollen keimt aus, aber die Pollenschläuche sind nicht fähig, durch den Griffel hinab zu wachsen.
3. Die Pollenschläuche wachsen durch die Griffel hinab, aber es findet keine Befruchtung statt, sei es, daß das Wachstum so langsam ist, daß die Eizellen inzwischen absterben, sei es, daß der Keimschlauch nicht durch die Mikropyle hineinwächst.
4. Es findet eine Befruchtung statt, aber die befruchtete Eizelle ist nicht entwicklungsfähig.

Die vierte der hier angeführten Möglichkeiten können wir hier außer Betracht lassen, da wir sie im Abschnitt über die Ausbildung tauber Samen bereits besprochen haben.

Es liegt meines Wissens keine Beobachtung vor, daß Pollen auf der sorteneigenen Narbe nicht auskeimte. Dagegen finden wir mehrfach Angaben, daß nicht jede Narbensorte in gleicher Weise auf die Pollenwirkung einwirkt. Zwar behaupteten BEAUMONT und KNIGHT (1922) zuerst, daß die Anwesenheit einer Narbe im Keimungsmedium die Pollenkeimung fördere, wie schon OSTERWALDER (1910) beobachtet hatte, daß es aber gleichgültig sei, von welcher Sorte die Narbe stamme. In einer anderen Arbeit (BEAUMONT und WILCOX 1922) wird dagegen erwähnt, daß die Keimung des Pollens und das Wachstum der Pollenschläuche von verschiedenen Narben in verschiedener Weise beeinflußt werde und vermutet, daß sowohl die Selbststerilität als auch die Intersterilität mit dieser Erscheinung in Zusammenhang stehe.

Der Verfasser hat die Versuche aufgegriffen. Zu dem Pollen, der sich im hängenden Tropfen mit einer bestimmten Rohrzuckerkonzentration befand, wurde je eine Narbe verschiedener Sorten gebracht. Es wurde darauf geachtet, daß immer möglichst wenig Griffelgewebe in den Tropfen gelangte, und daß die Narben immer aus Blüten genommen wurden, deren Staubgefäße etwa zur Hälfte geöffnet waren. Es zeigte sich zwar, daß das Alter der Narben nicht von wesentlichem Einfluß ist (KOBEL 1926).

Es wurden immer drei Präparate ein und derselben Art hergestellt, so daß sich für eine bestimmte Zusammenstellung von Pollen und Narben immer drei Wiederholungen ergaben. Daß auf genau gleichmäßiges Arbeiten geachtet werden mußte, ergibt sich aus dem im Abschnitt über Pollenkeimung Gesagten ohne weiteres. Wie in allen vom Verfasser ausgeführten Keimungsversuchen wurden nach etwa 24 Stunden in jedem Präparat 200—300 Pollenkörner beobachtet und der Prozentsatz der gekeimten ausgerechnet. Aus der Tabelle 23 ergibt sich zugleich eine Rechtfertigung für diese Arbeitsweise, denn die mittleren Fehler, die in der üblichen Weise nach der Formel $m = \frac{v^2}{n(n-1)}$ ausgerechnet sind, ergaben sehr kleine Werte. (v = Abweichungen vom Mittel, n = Zahl der Beobachtungen.) Für jede Obstart wurde diejenige Rohrzuckerkonzentration gewählt, die in vorhergegangenen Versuchen die besten Keimungen ergeben hatte.

Wir können aus dieser Zusammenstellung ersehen, daß bei Birnen- und Apfelsorten, sowohl als auch bei Pflaumen- und Kirscharten anscheinend sehr häufig die eigene Narbe die Pollenkeimung im künstlichen Medium weit weniger zu fördern imstande ist als sortenfremde Narben. Ausnahmen machen immerhin die Apfelsorten Danziger Kantapfel und Transparent von Croncels, die Pflaumensorten Katalonischer Spilling und Schöne von Löwen und die Rigikirsche.

Tabelle 23. Einfluß sorteneigener und sortenfremder Narbe auf die Pollenkeimung (nach KOBEL).

Pollen von	Narbe von	Keimung %
<i>1. Birnsorten.</i>		
Gute Luise von Avrenches	Ohne Narbe	16 ± 2
„ „ „ „	Gute Luise von Avrenches	43 ± 1
„ „ „ „	André Desportes	54 ± 2
„ „ „ „	Vereins-Dechantsbirne	53 ± 3
„ „ „ „	Neue Poiteau	32 ± 3
Neue Poiteau	Neue Poiteau	27 ± 2
„ „	Gute Luise von Avrenches	49 ± 2
„ „	André Desportes	39 ± 2
„ „	Vereins-Dechantsbirne	32 ± 2
André Desportes	André Desportes	52 ± 2
„ „	Neue Poiteau	59 ± 2
„ „	Gute Luise von Avrenches	58 ± 2
<i>2. Apfelsorten.</i>		
Roter Seeapfel	Roter Seeapfel	73 ± 3
„ „	Danziger Kantapfel	93 ± 0
„ „	Transparent von Croncels	90 ± 1
„ „	Wintercitronenapfel	92 ± 1
Danziger Kantapfel	Danziger Kantapfel	77 ± 1
„ „	Transparent von Croncels	77 ± 2
„ „	Roter Seeapfel	69 ± 2
„ „	Wintercitronenapfel	63 ± 4
Transparent von Croncels	Transparent von Croncels	55 ± 3
„ „	Roter Seeapfel	50 ± 2
„ „	Danziger Kantapfel	51 ± 1
„ „	Wintercitronenapfel	51 ± 2
<i>3. Pflaumen und Zwetschgen.</i>		
Italienische Zwetschge	Italienische Zwetschge	68 ± 2
„ „	Schöne von Löwen	83 ± 3
„ „	Pfirsichpflaume	83 ± 0
„ „	Katalonischer Spilling	76 ± 3
„ „	Ontariopflaume	30 ± 4
Katalonischer Spilling	Katalonischer Spilling	64 ± 2
„ „	Italienische Zwetschge	61 ± 1
„ „	Schöne von Löwen	63 ± 2
„ „	Pfirsichpflaume	63 ± 2
Schöne von Löwen	Schöne von Löwen	75 ± 3
„ „	Katalonischer Spilling	76 ± 3
„ „	Italienische Zwetschge	74 ± 3
„ „	Pfirsichpflaume	75 ± 0
<i>4. Kirschensorten.</i>		
Ostheimer Weichsel	Ostheimer Weichsel	38 ± 4
„ „	Prinzessinkirsche	62 ± 4
„ „	Rigikirsche	61 ± 0
„ „	Späte Holinger	64 ± 1
Prinzessinkirsche	Prinzessinkirsche	41 ± 1
„ „	Rigikirsche	51 ± 2
„ „	Späte Holinger	51 ± 2
„ „	Ostheimer Weichsel	8 ± 2
Rigikirsche	Rigikirsche	59 ± 0
„ „	Prinzessinkirsche	63 ± 1
„ „	Späte Holinger	63 ± 1
„ „	Ostheimer Weichsel	62 ± 1

Es fragt sich nun, ob wir daraus schließen dürfen, daß diejenigen Sorten, deren Pollen in Gegenwart der sorteneigenen Narbe so gut keimt wie mit anderen

Narben, als Selbstbefruchter anzusprechen seien, während diejenigen, deren Pollenkeimung durch die eigene Narbe weniger gefördert wird als durch sortenfremde, Fremdbefruchtung benötigen. Die Frage konnte vorerst weder bejaht noch verneint werden. Jedenfalls sind aber Danziger Kantapfel und Rigikirsche keine Selbstbefruchter, trotzdem ihr Pollen in Gegenwart der eigenen Narbe gut keimte. Andererseits ist bei Katalonischer Spilling und Viktoriapflaume, die in Gegenwart der eigenen Narbe so gut keimten, wie bei Vorhandensein von sortenfremdem, Selbstbefruchtung nachgewiesen.

Ferner zeigte sich in diesen Versuchen, daß nicht alle fremde Narben die Keimung in gleicher Weise zu fördern imstande sind, wie sich besonders aus denjenigen mit Italienischer Zwetschge und Gute Luise ergibt. Auffällig geringe Keimungen traten auf mit Pollen von Gute Luise und Narbe von Neue Poiteau, Neue Poiteau mit André Desportes, Danziger Kantapfel mit Wintercitronenapfel, Italienische Zwetschge mit Ontariopflaume, Prinzessinkirsche mit Ostheimer Weichsel. Es wäre nun zu untersuchen, ob diese geringe gegenseitige Beeinflussung der Keimung ein Hinweis auf geringe gegenseitige Befruchtbarkeit oder sogar auf Intersterilität ist.

ZIEGLER und BRANSCHIEDT (1927) kamen in ähnlichen Versuchen zu ungefähr denselben Ergebnissen wie der Verfasser. Auch sie fanden in künstlichen „Kreuzungen“ und „Selbstungen“, wie sie die Pollenkeimungsversuche im hängenden Tropfen mit fremden und eigenen Narben in mißverständlicher Weise nennen, ähnliche Ungleichheiten. Sie legen großes Gewicht auf den positiven oder negativen Tropismus der Pollenschläuche gegenüber den Narben. Entsprechende Untersuchungen über die Wachstumsrichtung der Pollenschläuche bei Einbringen von Narben in den hängenden Tropfen hatte schon EWERT (1909) ausgeführt. Er fand damals keine Unterschiede im Verhalten der Pollenschläuche gegenüber sorteneigenen und sortenfremden Narben.

Wir haben nun die Frage zu lösen, ob diese verschiedene Beeinflussung der Pollenkeimung durch sorteneigene und sortenfremde Narben Hinweise auf Selbststerilität und Intersterilität zu geben vermögen.

KAMLAH (1928) hat aus seinen Befruchtungsversuchen abgeleitet, daß der Einfluß der Narbe auf die Pollenkeimung bei Kirschenorten keine Anhaltspunkte für die Befruchtungsfähigkeit geben könne. BRANSCHIEDT (1929), der zahlreiche solche Pollenkeimungen beobachtete, glaubt dennoch, daß die Beeinflussung der Pollenkeimung durch die Narbe ein Maß für die gegenseitige Befruchtungsfähigkeit der Sorten sei, und geht so weit, auf Grund solcher Versuche Sortenkombinationen für Anpflanzungen zu empfehlen. Die negativen Ergebnisse von KAMLAH werden damit erklärt, daß in dessen Pollenkeimungsversuchen Narbenstücke verwendet wurden, daß also auch Stoffe aus der Schnittfläche der Griffel ins Keimungsmedium gelangt seien, welche Störungen mit sich brachten. EWERT (1929) fordert demgegenüber mit Recht, daß solche Versuchsergebnisse durch Befruchtungsversuche am Baum bestätigt werden müßten. Nun hat KOBEL (1931) ein Paradebeispiel von BRANSCHIEDT, die Kombination Schöner von Boskoop \times Landsberger Reinette, die auf Grund der Untersuchungen BRANSCHIEDTS unfruchtbar sein müßte, in seine Versuche einbezogen und mit anderen Kombinationen verglichen. Es ergaben sich die in Tabelle 24 zusammengestellten Resultate.

Wir sehen daraus, wie berechtigt die Forderung von EWERT war, und wie gefährlich es ist, aus solchen Pollenkeimungsversuchen auf die gegenseitige Befruchtungsfähigkeit zu schließen. Ob die auffallend hohe Zahl von tauben Samen in der Kombination Schöner von Boskoop \times Landsberger Reinette mit der Beobachtung von BRANSCHIEDT in Zusammenhang steht, läßt sich noch

Tabelle 24. Befruchtungsversuche mit Schöner von Boskoop als Muttersorte nach KOBEL.

Vatersorte	Zahl der Blüten	Reife Früchte %	Gute Samen je Frucht	Hohle Samen je Frucht	Hohle Samen %
Berner Rosenapfel	87	20	3,1	2,0	39
Sauergrauech	73	18	2,8	1,6	37
Landsberger Reinette	95	32	2,4	2,6	52
Schöner von Boskoop	102	0	—	—	—

keineswegs entscheiden. Zur Abklärung von Selbststerilität und Intersterilität sind wir aber durchaus auf Befruchtungsversuche am Baum angewiesen und dürfen uns nicht auf die „künstlichen Selbstungen und Kreuzungen“ im hängenden Tropfen nach BRANSCHIEDT stützen.

Die erste der angeführten Möglichkeiten für die Verursachung von Selbst- und Intersterilität, die Verhinderung oder Hemmung der Pollenkeimung, fällt also dahin. Wir wollen deshalb die zweite, die Hemmung des Pollenschlauchwachstums im Griffel, untersuchen. Die ersten wichtigen Beobachtungen über diese Frage verdanken wir OSTERWALDER (1910). Er fand eine bedeutende Verzögerung des Pollenschlauchwachstums im Griffel nach Selbstbestäubung. So waren in den Blüten der Birnsorte Gute Luise, die am 10. Mai mit Pollen der Sorte Erzbischof Hons bestäubt worden waren, am 14. Mai schon befruchtete Samenanlagen zu finden. Die Pollenschläuche hatten also die mehr als 1 cm langen Griffel durchwachsen, während die Schläuche des sorteneigenen Pollens erst etwa 3—3,5 mm unterhalb der Narbe angekommen waren. Am 17. Mai waren die sorteneigenen Pollenschläuche noch nicht weiter vorgedrungen. Sie zeigten an ihren Enden keulenförmige Anschwellungen. Auch der Pollen der Sorte Erzbischof Hons war in der gleichen Zeit in die sorteneigenen Griffel nicht weiter als etwa 3,5 mm eingedrungen. Die Schläuche zeigten an ihren Enden dieselben Veränderungen. Bei keiner der beiden Sorten konnte ein sorteneigener Pollenschlauch in einem Samenfach gefunden werden. Wir haben demnach als schwerwiegende Ursache für die Unmöglichkeit der Selbstbefruchtung bei Birnen das Ausbleiben eines genügenden Pollenschlauchwachstums in den sorteneigenen Griffeln anzunehmen. Ganz ähnliche Beobachtungen konnte OSTERWALDER (1910) auch beim Böhmischem Rosenapfel machen. Auch hier waren in den selbstbestäubten Blüten die Pollenschläuche bloß 2—4 mm eingedrungen zu einer Zeit, da die sortenfremden Pollenschläuche schon Befruchtungen hervorgerufen hatten. Sorteneigene Pollenschläuche konnten in den Samenfächern ebenfalls nicht beobachtet werden.

Es ist schade, daß OSTERWALDER seine Beobachtungen nicht durch Abbildungen belegt hat, da NAMIKAWA (1923) ihre Richtigkeit bezweifelt. Dieser Forscher glaubte bei der Sorte Gelber Bellefleur zu finden, daß das Wachstum der Pollenschläuche im sorteneigenen Griffel nicht wesentlich verzögert werde. Normalerweise wachse der Pollenschlauch an der Außenseite im Narbensekret abwärts. In den Fällen, da er statt dessen von Anfang an im Gewebe des Griffels wachse, sei er an seiner Spitze angeschwollen und sein Wachstum sei verlangsamt. NAMIKAWA vermutet also, die durch OSTERWALDER beobachtete Hemmung des Pollenschlauchwachstums im sorteneigenen Griffel sei durch die Benutzung eines unrichtigen Weges bedingt, also eine Abnormität.

An der Richtigkeit der Beobachtung OSTERWALDERS ist aber nicht zu zweifeln. Es wäre merkwürdig, wenn einem so genauen Forscher ein so grober Beobachtungsfehler unterlaufen wäre. Erwähnt muß noch werden, daß die von OSTERWALDER untersuchten Sorten Gute Luise, Erzbischof Hons und Böhmischer Rosenapfel zu den guten Pollenbildnern gehören. Die Angabe OSTERWALDERS,

daß die Pollenschläuche in den sorteneigenen Griffeln langsamer wachsen als in sortenfremden, ist von KNIGHT (1913) bestätigt worden. Er beobachtete, daß der Eiapparat verwelkt ist, bevor ihn die Pollenschläuche erreicht haben. BEAUMONT und WILCOX (1922) machten dieselbe Angabe auch für selbststerile Pflaumen. Neuerdings hat ROBERTS (1926) die Selbststerilität des Wealthy-apfels auf zu langsames Pollenschlauchwachstum zurückgeführt, so daß man wirklich keine Ursache mehr hat, an der Richtigkeit der OSTERWALDERSchen Auffassung zu zweifeln. Zu allem Überfluß ist diese auch noch durch die cytologischen Untersuchungen von BEAUMONT (1927) und COOPER (1928) bestätigt worden. Ähnliche Beobachtungen sind im übrigen auch bei zahlreichen anderen selbststerilen Pflanzen gemacht worden.

OSTERWALDER gibt uns in der gleichen Arbeit noch einen weiteren wichtigen Aufschluß. Er hatte am 10. Mai die Narben von entmannten Blüten der Sorte Gute Luise zum Teil mit eigenem, zum Teil mit Pollen der Sorte Erzbischof Hons belegt. Wie wir bereits sahen, hatte der Pollen dieser Sorte am 14. Mai bereits befruchtet, während die sorteneigenen Pollenschläuche in der oberen Hälfte des Griffels mit angeschwollenen Enden stecken geblieben waren. Das gleiche Verhalten zeigten nun auffallenderweise auch die Pollenschläuche der Sorte Williams Christbirne, deren Pollen zur gleichen Zeit auf die Narben der Guten Luise gebracht worden war. Auch sie blieben in 3—3,5 mm Tiefe stecken und zeigten angeschwollene Enden. Eine Befruchtung hat OSTERWALDER in diesem Bestäubungsversuch nie beobachtet. Es ist hier ausdrücklich hervorzuheben, daß Williams Christbirne gut keimfähigen Pollen entwickelt und auch die normale Chromosomenzahl besitzt. Nicht in die gleiche Linie zu stellen ist dagegen der Befruchtungsversuch der Guten Luise mit Pollen von Diels Butterbirne, den OSTERWALDER zur gleichen Zeit ausführte, denn wir wissen von früher, daß diese Sorte zu den schlechten Pollenbildnern gehört und infolge ihrer schlechten Pollenkeimfähigkeit nicht zu befruchten vermag. Ein Befruchtungsversuch OSTERWALDERS aus dem Jahre 1909 zeitigte die folgenden Ergebnisse:

Gute Luise × Clapps Liebling	34	Blüt.	24	Früchte	Ansatz	71%
„ „ × Diels Butterbirne	67	„	12	„	„	18%
„ „ × Williams Christbirne	41	„	11	„	„	27%

Leider hat OSTERWALDER nicht auf den Samengehalt der Früchte geachtet. Wenn auch die Versuchszahlen klein sind und infolge der Parthenokarpie von Gute Luise nicht sicher nachzuweisen ist, wie groß eigentlich die Befruchtung war, so können wir doch mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß wir in diesem Versuch schon die beiden Sterilitätsformen vor uns haben: Fehlschlagen der Befruchtung infolge schlechter Pollenkeimfähigkeit bei Verwendung des Pollens von Diels Butterbirne und physiologisch bedingte Intersterilität bei Verwendung von Pollen von Williams Christbirne.

Eine Hemmung des Pollenschlauchwachstums im Griffel hat CRANE auch bei intersterilen Kirschen- und Pflaumensorten beobachtet. Selbststerilität und Intersterilität sind also in gleicher Weise bedingt.

Zum besseren Verständnis dieser wichtigen Erscheinungen der Selbst- und Intersterilität der Obstsorten wollen wir kurz auf die Versuchsergebnisse mit anderen Pflanzen zurückkommen und die Überlegungen besprechen, die daran geknüpft wurden. JOST hatte versucht, die Selbststerilität auf *Individualstoffe* zurückzuführen, indem er annahm, daß jedes Individuum von selbststerilen Formen *ihm eigene* Stoffe ausscheide, welche das Wachstum der Pollenschläuche im pflanzeneigenen Griffelgewebe verhindern. Später hat CORRENS (1912) als erster am Wiesenschaumkraut gezeigt, daß diese Formulierung nicht durchaus den Tatsachen entspricht, daß man vielmehr gezwungen sei, *Gruppenstoffe*

anzunehmen. Denn er wies nach, daß es ganze Gruppen von Pflanzen gibt, die sich gegenseitig nicht zu befruchten vermögen und sich verhalten wie *ein* selbststeriles Individuum.

Diese Gruppensterilität, die meist als *Kreuz-* oder *Intersterilität*, im Englischen als *cross-incompatibility* bezeichnet wird, hat sich in der Folge bei allen selbststerilen Arten, die eingehend untersucht wurden, mit Ausnahme von *Tolmiea Menziesii* nachweisen lassen (CORRENS 1928).

Es hat sich nun durch die Versuche zahlreicher Forscher erwiesen, daß die Selbststerilität und Intersterilität durch Erbfaktoren bedingt wird. Will man daher bei irgendeiner Pflanzenart eine Untersuchung über Intersterilität durchführen, so beginnt man mit gegenseitiger Bestäubung von Geschwisterpflanzen. Man findet auf diese Weise die gegenseitig nicht befruchtbaren Gruppen auf. Eine hübsche zusammenfassende Darstellung dieser Fragen, auf die hier verwiesen sei, hat BRIEGER (1929) gegeben. Auf die Einzelheiten kann nicht eingegangen werden. Erwähnt sei nur, daß CRANE (1927) die erbliche Übertragung von Selbst- und Intersterilität auf die Nachkommen bei Pflaumen und neuerdings (CRANE und LAWRENCE 1930, 1931) auch bei Süßkirschen nachgewiesen hat.

Aus diesen Tatsachen geht deutlich hervor, daß Selbst- und Intersterilität nur zwei verschiedene Äußerungen der gleichen erblich bedingten Ursache sind. Daraus ergibt sich als Konsequenz, daß Intersterilität nur zwischen selbststerilen Formen bzw. Sorten möglich ist.

Die Hemmung des Pollenschlauchwachstums im Griffel ist nun offenbar nicht in allen Fällen eine absolute; denn bei fast allen untersuchten Obstgewächsen werden gelegentlich, wie EWERT (1927) mit Recht hervorhebt, einige samenhaltige Früchte gebildet. Diese Samenbildung kann nicht etwa durchwegs auf Apogamie zurückgeführt werden, wie sie KOBEL (1927) bei der Apfelsorte Transparent von Croncels beobachtete; denn es sind mehrfach aus Samen, die aus Selbstbestäubung gewonnen waren, Sämlinge erzogen worden, welche mit der Muttersorte nicht übereinstimmen, wohl aber in ihrer Schwachwüchsigkeit eine bedeutende Inzuchtwirkung erkennen ließen. Wir müssen also einen gewissen Grad von Selbstbefruchtung auch bei selbststerilen Sorten als bestehend annehmen. Wir können mit EAST und seinen Mitarbeitern diese Formen von verminderter Selbststerilität als *Pseudofertilität* bezeichnen und sie der eigentlichen, vollkommenen Selbstfertilität, wie sie bei Bohnen, Tomaten und anderen Pflanzen vorkommt und auch bei einem Teil unserer Obstgewächse nachgewiesen ist, gegenüberstellen. Dabei werden wir wohl in ausgedehnten Versuchen mit Obstgewächsen ebenfalls auf die Tatsache stoßen, daß der Grad dieser Pseudofertilität je nach den Außenbedingungen schwanken kann, und namentlich zu Beginn der Blütezeit und zur Zeit ihres Ausklings nicht gleich hoch zu sein braucht, wie in der Vollblüte. Auf dieser Grundlage erklären sich vielleicht teilweise auch die Unstimmigkeiten, die sich aus den Versuchsergebnissen verschiedener Beobachter an ein und derselben Sorte vielfach ergeben.

Die Hemmung des Pollenschlauchwachstums im Griffelgewebe ist anscheinend in weitaus den meisten Fällen die Ursache für die Selbststerilität und Intersterilität bei unseren Obstarten. Doch hat ASAMI (1926) gezeigt, daß auch die dritte (S. 142) erwähnte Möglichkeit vorkommt. Er hat beobachtet, daß bei der japanischen Birnsorte „Chojuro“ die wahrscheinlich zu *Pyrus sinensis* gehört, die sorteneigenen Pollenschläuche das Griffelgewebe ebenso rasch durchwachsen wie sortenfremde. Sie stellen aber am Grunde des Griffels ihr Wachstum plötzlich ein. Der japanische Forscher vermutet, daß es sich um eine Ausscheidung von Hemmungsstoffen aus den Samenanlagen handle.

δ. Die Selbststerilität und Intersterilität bei den einzelnen Obstarten.

I. Die Selbststerilität und Intersterilität bei Apfelsorten.

Übersicht über die durchgeführten Versuche. — Die Versuche von CRANE und Mitarbeitern. — Die Versuche von KOSTINA. — Über das Vorkommen von Intersterilität bei Apfelsorten.

Über die Selbst- und Fremdbefruchtung der Apfelsorten sind zahlreiche Versuche durchgeführt worden. Wie wir aber bereits sahen, wurde sehr oft

nicht auf den Samengehalt der entstandenen Früchte geachtet, so daß Selbststerilität häufig mit Jungfernfrüchtigkeit verwechselt wurde. Ein richtiges Maß für die Selbstbefruchtung kann aber nur der Samengehalt der Früchte sein.

Von den Forschern, die über diese Fragen gearbeitet haben, seien vorerst erwähnt: WAITE (1898), WAUGH (1901), MÜLLER-THURGAU (1898) und EWERT (1906), welche die ersten grundlegenden Versuche mit Apfelsorten anstellten. Seither haben sich mit diesen Fragen zur Hauptsache beschäftigt: AUCHTER (1921), AUCHTER und SCHRADER (1925), BACH (1928), BACKER (1928), BODO (1928), CRANE und Mitarbeiter (1923, 1927 u. a.), CRANDALL (1926), F. L. S. CHITTENDEN (1914), F. J. CHITTENDEN (1927), EINSET (1930), R. FLORIN (1927), GOWEN (1920), HOWLETT (1927), NIELS JOHANSSON (1923), Emil JOHANSSON (1926, 1929), KEIL (1923), KOBEL (1924,



Abb. 46. Ergebnisse von Selbst- und Fremdbestäubung an einem Topfbstbaum der Sorte Cox' Orangen-Reinette. Auf der linken Baumseite wurden 330 Blüten selbstbestäubt; es bildete sich keine Frucht. Auf der rechten Seite wurden 420 Blüten mit Pollen der Sorte Lady Sudeley bestäubt; es bildeten sich 16 Früchte. Der gering scheinende Ansatz von 3,7% ist auf die übermäßige Blütenbildung an Topfbstbäumen zurückzuführen. (Nach CRANE.)

1926, 1931), KOLESNIKOW (1927), KOSTINA (1927, 1928), KVAALE (1927), LINDFORS (1924), MACOUN (1922, 1924), MAC DANIELS (1925), MAC DANIELS und HEINICKE (1929), MORRIS (1920), NEBEL (1929 b), OVERHOLSER (1927), REINECKE (1930), ROBERTS (1926), ROH (1929), SAX (1922), SUTTON (1918, 1920), STOUT (1925), WELLINGTON (1923, 1926, 1927), WELLINGTON und Mitarbeiter (1929).

Die Angaben der einzelnen Forscher widersprechen sich für ein und dieselbe Obstart sehr oft. Vielfach ist an diesen Unsicherheiten die unglückliche Verwechslung von Selbstbefruchtung und Jungfernfrüchtigkeit schuld.

Durchschnittlich die höchsten Fruchtansätze nach Selbstbestäubung hat wohl CRANE (zusammengestellt in CRANE und LAWRENCE 1929) in seinen Versuchen mit Topfobstbäumen gefunden. Seine Ergebnisse sind in Tabelle 25 zusammengestellt.

Tabelle 25. Frucht- und Samenbildung nach Selbstbestäubung von Apfelsorten nach CRANE und LAWRENCE (1929).

Sorte	Zahl der Blüten	Fruchtansatz		Gute Samen pro Frucht	Lebensfähige Sämlinge pro Frucht
		Total	%		
Reverend W. Wilks	983	55	5,6	2,2	0,9
Crimson Bramley	205	8	3,9	2,1	0,5
Antonowka	131	9	6,9	2,0	0,6
Goldreinette von Blenheim	394	6	1,5	1,8	—
Winter Ribston	525	7	1,3	1,6	—
Kings Acre Pipping	370	4	1,1	1,5	—
Baldwin	viele	109	—	1,5	0,1
Lord Grosvenor	250	11	4,4	1,4	0,09
Blue Pearmain	236	3	1,3	1,3	0,3
Encore	132	3	2,3	1,3	1,0
Cellini	160	14	8,7	1,1	0,3
Duke of Devonshire	229	2	0,9	1,0	—
Cox' Orangen-Reinette	2 982	34	1,1	0,7	0,7
Stirling Castle	873	68	7,7	0,7	0,3
Lanes Prince Albert	2 173	34	1,5	0,3	—
Golden Spire	651	32	4,9	0,3	0,2
Northern Spy	356	20	5,6	0,2	0,2
Charles Ross	289	7	2,4	0,1	—
Lord Derby	606	10	1,6	0,0	—
Kaiserlicher Jubiläumsapfel	150	1	0,7	0,0	—
Brownlees Russet	324	1	0,3	0,0	—
Peasgoods Sondergleichen	173	4	2,3	0,0	—
Total bzw. Mittel:	12 892	333	2,6	1,0	

Der höchste Samengehalt betrug durchschnittlich 2,2 pro Frucht für die Sorte Rev. W. Wilks, 2,1 für Crimson Bramley und 2,0 für Antonowka. Gegenüber den aus Fremdbefruchtung erhaltenen Früchten ist dieser Samengehalt als niedrig zu bezeichnen. Die Keimfähigkeit der aus Selbstbefruchtung erhaltenen Samen ist nach den Angaben von CRANE und LAWRENCE gering, und die meisten Sämlinge sind schwach. Es macht sich offenbar eine sehr starke Inzuchtwirkung geltend. Ausnahmsweise kommen aber kräftige Sämlinge vor. Es handelt sich vielleicht um solche aus apogam entstandenen Samen. Auch KOSTINA (1928) sowie CRANDALL und STOUT finden eine stark herabgesetzte Keimfähigkeit der aus Selbstbestäubung erhaltenen Samen.

Auffällig ist, daß in der Tabelle 25 die triploiden Sorten Crimson Bramley, Goldreinette von Blenheim und Baldwin mit verhältnismäßig hohem Samengehalt weit vorn stehen. Aus der geringen Pollenkeimfähigkeit dieser Sorten geht hervor, daß ihre Samen wahrscheinlich zum weitaus größten Teil gar nicht aus einer Befruchtung entstanden sein können. Sie müssen vielmehr aus Eizellen hervorgegangen sein, die sich ohne Befruchtung zu entwickeln vermögen, sei es, daß diese ohne Reduktionsteilung gebildet wurden, oder sei es, daß infolge abnormer Chromosomenverteilung in der Reduktionsteilung weibliche Geschlechtszellen entstanden, die zu ihrer Entwicklung keiner Befruchtung bedürfen. Im ersten Fall läge Apogamie vor, und die aus den Samen hervorgehenden Sämlinge wären identisch mit der Muttersorte. Im zweiten Fall würde es sich ebenfalls um Apogamie handeln, aber um eine bisher kaum bekannte Form mit Tochterpflanzen, die von der Muttersorte verschieden sein könnten. Die geringe Samenkeimung scheint anzudeuten, daß dieser zweite Fall wirklich vorliegt.

Der *Fruchtansatz* ist in diesen Versuchen an Topfbobstbäumen von CRANE und seinen Mitarbeitern wohl meist höher als er in entsprechenden Versuchen mit Feldebobstbäumen wäre. Es sei hier auf die Erörterungen S. III—III2 hingewiesen. Ob auch die Bildung von Samen nach Selbstbestäubung vom Ernährungszustand des Baumes abhängig ist, kann dagegen noch nicht entschieden werden.

Aus der Zusammenstellung, die Fräulein KOSTINA (1928) über ihre zahlreichen Versuche in der Krim gibt, ist Tabelle 26 entnommen.

Tabelle 26. Ergebnisse der Versuche über Selbstbefruchtung von Apfelsorten nach KOSTINA. I. bedeutet die Ergebnisse nach freier Bestäubung an einem nicht eingebundenen Ast, II. nach künstlicher Selbstbestäubung an einem eingebundenen Ast.

Sorte	Zahl der Blüten	Reife Früchte %	Mittlere Samenzahl
I. Winterbanane	164	16,4	7,8
II. „ „	212	1,8	1,7
I. Gelber Bellefleur	318	3,8	6,3
II. „ „	321	0,3	2,0
I. Hohenzoller	107	11,2	5,7
II. „ „	115	11,3	2,3
I. Gravensteiner	183	5,4	4,0
II. „ „	134	1,5	2,5
I. Roter Gravensteiner	235	23,0	6,5
II. „ „	135	3,7	1,4
I. Aldersleber Kalvill	210	9,0	6,6
II. „ „	166	1,5	2,0
I. Weißer Winterkalvill	174	8,6	5,8
II. „ „	183	2,2	1,0
I. Wintergoldparmäne	239	8,7	7,5
II. „ „	152	0,6	1,0
I. Parkers Pepping	178	8,4	8,7
II. „ „	106	2,8	1,6
I. Schöner von Pontoise	145	13,8	9,4
II. „ „ „	100	11,0	1,4
I. Kanada-Reinette 1926	205	9,7	4,7
II. „ „ 1926	207	4,8	3,7
I. „ „ 1927	216	20,8	3,8
II. „ „ 1927	114	2,6	2,7
I. Landsberger Reinette	119	6,6	13,3
II. „ „	125	1,6	2,0
I. Cox' Orangen-Reinette 1926	214	11,7	6,5
II. „ „ 1926	110	7,3	0,0
I. „ „ 1927	124	13,7	6,5
II. „ „ 1927	120	5,8	3,2
I. Orléans-Reinette 1926	226	21,2	7,7
II. „ „ 1926	258	1,5	3,9
I. „ „ 1927	175	4,6	4,7
II. „ „ 1927	151	0,7	0,0
I. Peasgoods Goldreinette	143	14,0	7,8
II. „ „	106	0,9	3,0
I. Champagner-Reinette	100	1,0	6,0
II. „ „	185	0,5	3,0
I. Gloria Mundi	79	8,8	14,8
II. „ „	106	4,7	11,8
I. Cellini 1925	160	15,6	5,0
II. „ „ 1925	171	4,0	2,5
I. „ „ 1926	155	30,0	5,2
II. „ „ 1926	95	39,0	1,1

Wir ersehen aus dieser Zusammenstellung, daß sämtliche Sorten bei freier Bestäubung — also ermöglichter Fremdbestäubung — größere Ernten bringen als bei Selbstbestäubung. Auch die Samenbildung ist in jedem Fall von Selbstbestäubung geringer. Ausnahmen machen in bezug auf die Fruchtbildung die

stark parthenokarpe Sorte Cellini und in bezug auf die Samenbildung Gloria Mundi. Auffällig ist, daß auch in dieser Zusammenstellung die triploiden Sorten, bei denen eine Selbstbefruchtung kaum in Frage kommt, wiederum zu den samenreichsten gehören. Es betrifft dies den Gelben und Roten Gravensteiner und die Kanada-Reinette.

Es handelt sich offenbar bei keiner einzigen Apfelsorte um eine reine, ungehinderte Selbstfertilität, wie wir sie etwa bei Pfirsichen und einigen Pflaumensorten finden, sondern um mehr oder weniger ausgesprochene Pseudofertilität im Sinne von EAST. Bei allen Apfelsorten ist also die Fremdbefruchtung viel sicherer als die in geringem Grade vorhandene Selbstbefruchtung. In nördlichen Anbaugebieten scheint übrigens die Selbstbefruchtung viel geringer zu sein. Der Verfasser fand beispielsweise in seinen Versuchen von 1930 nach Selbstbestäubung keine einzige samenhaltige Frucht. Dasselbe gilt auch für die Versuche NEBELS (1929) in Geisenheim. Es erscheint daher nicht ausgeschlossen, daß der Grad der Selbstfertilität bei den gleichen Sorten mit den klimatischen Bedingungen schwankt. In unseren nördlichen Obstbaugebieten sind wir aber ausnahmslos auf Fremdbefruchtung und daher auf das Zusammenpflanzen verschiedener, gleichzeitig blühender Sorten angewiesen.

Aus dem Vorhandensein einer so weitgehenden Selbststerilität bei unseren Apfelsorten läßt sich auf Grund der Erfahrungen an anderen Blütenpflanzen auch auf das Vorkommen intersteriler Gruppen schließen. Was aber in der amerikanischen Literatur als „intersterility“ oder „cross-incompatibility“ bei Kernobstarten angegeben ist, läßt sich zum weitaus größten Teil leicht auf cytologisch bedingte Pollen- oder Zygotensterilität zurückführen.

Ein Fall von vermutlicher Intersterilität bei Äpfeln hat EMIL JOHANSSON (1926) angegeben. Er hat in zwei aufeinanderfolgenden Jahren die Sorte Ribston Pepping mit Cox' Pomona, welche letztere als guter Pollenspender bekannt ist, bestäubt, und in beiden Jahren sozusagen keinen Fruchtansatz erhalten. Da Cox' Pomona ein Sämling von Ribston Pepping sein soll, liegt es nahe, an Intersterilität zu denken. Es ist aber daran zu erinnern, daß Ribston Pepping eine triploide Sorte ist, daß sie also Eizellen- und Zygotensterilität aufweisen wird, und daß wir auch aus den breit angelegten Versuchen von HOWLETT, CRANE u. a. ersehen können, daß sich gerade solche Sorten in ihrem Fruchtansatz oft sehr launisch verhalten. IDA SUTTON (1918) hat auch nach Bestäubung von Ribston Pepping mit einer anderen von dieser Sorte stammenden diploiden Form, Cox' Orangen-Reinette, keinen Fruchtansatz erzielt. CRANE und LAWRENCE (1929) dagegen erhielten in dieser Kombination sogar einen recht hohen Samengehalt. Daß sich Ribston Pepping mit Pollen von Cox' Orangen-Reinette sehr wohl befruchten läßt, ergab sich auch aus einem Versuch, den der Verfasser 1930 durchführte.

Einen anderen Fall von vermutlicher Kreuzsterilität erwähnen AUCHTER und SCHRADER (1925). Es gelang ihnen nicht, die pollensterile Sorte Arkansas (= Mammoth Black Twig) mit Blütenstaub der gutpolligen Sorte Grimes Golden zu befruchten, während andere gutpollige Sorten befriedigende Ansätze ergaben. Diese Resultate scheinen durch Beobachtungen in der Praxis bestätigt zu werden. In Arkansaspflanzungen, in denen Grimes Golden zwischengepflanzt war, blieb der Ertrag ebenso aus, wie dort, wo die schlechtpollige Sorte Gilbert Winesap zu diesem Zweck Verwendung fand. Auch hier läßt sich infolge der Pollensterilität von Arkansas die reziproke Kreuzung zur Bestätigung der Intersterilität nicht ausführen.

In den breit angelegten Versuchen von HOWLETT (1927) zeigten sich keine auffälligen Vorkommnisse von eigentlicher Intersterilität. Einzig das Ausbleiben des Fruchtansatzes in der Kreuzung Rome Beauty \times Gallia Beauty könnte in dieser Weise interpretiert werden.

Dagegen ibt WELLINGTON (1927) in seiner Zusammenstellung der in New York durchgeführten Versuche eine ganze Anzahl von erfolglosen Kombinationen an. Alle bedürfen aber sehr der Nachprüfung, da einzelne negative Resultate bei den Befruchtungsversuchen mit Kernobstarten wenig Beweiskraft besitzen. So schlugen beispielsweise die Kombinationen McIntosh \times Delicious und reziprok in den New Yorker Versuchen fehl, während sie in denjenigen von HOWLETT zu den erfolgreichsten zählen.

Die Intersterilität zwischen Schöner von Boskoop und Landsberger Reinette, welche BRANSCHIEDT (1927) anführt, besteht, wie wir bereits früher sahen, in Wirklichkeit nicht.

KOBEL (1931) konnte aus den Kombinationen Oetwiler Reinette \times Oberrieder Glanzreinette, Berner Rosenapfel \times Parkers Pepping und Berner Rosenapfel \times Ontarioreinette keine Früchte erhalten, während entsprechende Kombinationen mit anderen Pollensorten zahlreiche Früchte ergaben. Wegen der Launenhaftigkeit des Fruchtausatzes der Apfelsorten bedürfen aber auch diese Ergebnisse der Bestätigung.

Gruppen von intersterilen Sorten, wie wir sie bei den Süßkirschen, Pflaumen und Mandeln finden werden, lassen sich vorläufig unter den Äpfeln nicht nachweisen, doch sprechen sowohl einige Beobachtungen als auch theoretische Überlegungen für ihr Vorkommen. Weit wichtiger als die physiologisch bedingte Intersterilität ist bei dieser Obstart die cytologisch bedingte Pollensterilität und vielleicht auch die faktoriell bedingte Bildung tauber Samen, die wir an einer anderen Stelle besprochen haben.

II. Die Selbststerilität und Intersterilität bei Birnsorten.

Übersicht über die durchgeführten Versuche. — Verbreitung von Selbststerilität und Intersterilität.

Untersuchungen über den Fruchtausatz von Birnsorten nach Selbst- und Fremdbestäubung liegen zahlreich vor. Hier macht sich, infolge der stärkeren Neigung zu Jungfernfrüchtigkeit, die Nichtbeachtung des Samengehaltes bei der Auswertung der Ergebnisse noch stärker bemerkbar als bei den entsprechenden Versuchen mit Apfelsorten. In den Versuchen von WAITE (1892), MÜLLER-THURGAU (1898 usw.), EWERT (1906 usw.), FLETSCHER (1900, 1911), JOHNSTON (1927), MARSHALL, JOHNSTON und Mitarbeiter (1929), POWELL (1902), PRESCOTT (1911), TUFTS (1919), TUFTS und PHILP (1923), WELLINGTON (1923, 1927), CHITTENDEN (1927), R. FLORIN (1927) und KAMLAH (1928) wurde nur selten der Samengehalt angegeben. Immerhin ergibt sich, daß die Befruchtungsverhältnisse bei Birnen sehr ähnlich denjenigen der Apfelsorten sind. Reichlich samenhaltige Früchte sind nach Selbstbestäubung kaum je gefunden worden. Wo der Ansatz ein hoher war, beruhte er auf Jungfernfrüchtigkeit. Unsere einheimischen Birnsorten sind deshalb für die Ausbildung samenhaltiger Früchte im wesentlichen auf Fremdbestäubung angewiesen. Dasselbe scheint auch von den in Japan angebauten, zu *Pyrus ussuriensis* (= *P. sinensis*) gehörenden Kultursorten zu gelten. ASAMI (1926) und KIKUCHI (1927) haben nur selbststerile Sorten gefunden.

Die Angaben, die sich in der Literatur über das Vorkommen von Intersterilität bei einheimischen Birnsorten vorfinden, bedürfen der Nachprüfung. Vielfach handelt es sich um die Folgen der Pollensterilität. Als sicher dürfte die Intersterilität zwischen der gewöhnlichen Williams Christbirne (Bartlett) und der berosteten Williams Christbirne (Russet Bartlett) gelten. Die letztgenannte soll nach WELLINGTON (1927) eine Knospenmutation der ersten sein.

Es ist aber, wie sich schon aus den S. 146 angeführten Beobachtungen OSTERWALDERS ergibt, durchaus wahrscheinlich, daß eigentliche Intersterilität bei einheimischen Birnsorten öfters vorkommt. Die Kombination Gute Luise \times Williams Christbirne, bei der eine Hemmung des Pollenschlauchwachstums beobachtet wurde, ist bisher nicht nachgeprüft worden. Die reziproke Kreuzung gab in den Versuchen von KAMLAH geringe Ansätze von sehr samenarmen Früchten, während in entsprechenden Versuchen mit andern guten Pollenspendern reichliche Ernten von samenreichen Früchten erzielt wurden.

Bei den japanischen Sorten soll nach KIKUCHI (1927) Intersterilität eine Rolle spielen.

III. Selbststerilität und Intersterilität bei Quittensorten.

Die Quitten werden allgemein als Selbstbefruchter bezeichnet. Eingehende Untersuchungen scheinen seit WAITE (1898), der bei den Sorten Orange Rea, Champion und Meech völlige Selbstfertilität nachwies, nicht mehr durchgeführt worden zu sein. Es sind aber auch keine Fälle bekannt, daß alleinstehende Bäume infolge Selbststerilität unfruchtbar blieben. Das Fehlschlagen der Ernte mancher Quittenpflanzungen beruht auf Schädigungen durch den parasitischen Pilz *Sclerotinia Cydoniae*, welcher die Blüten befällt und die jungen Früchte mumifiziert.

Wie die Quitte, scheinen sich auch die *Scheinquitte* (*Cydonia japonica*) und die *Mispel* (*Mespilus germanica*) zu verhalten, die alleinstehend ebenfalls reichliche Mengen samenhaltiger Früchte ansetzen.

Nach physiologischer Intersterilität braucht man bei diesen sich selbst befruchtenden Obstarten nicht zu suchen.

IV. Die Selbststerilität und Intersterilität bei den Süßkirschen.

Die Sortenfrage bei den Süßkirschen. — Übersicht über die durchgeführten Versuche. — Verbreitung von Selbststerilität und Intersterilität.

Die Süßkirschen sind, wie die Apfel- und Birnsorten, durchweg selbststeril oder weisen nur geringe Grade von Pseudofertilität auf. Ansätze von mehr als 4% nach Selbstbestäubung sind sehr selten. Sie werden unter sonst gleichen Bedingungen nach Fremdbestäubung mit geeignetem Pollen weitgehend übertroffen. Meist beträgt der Fruchtansatz nach Bestäubung mit sorteneigenem Pollen weniger als 2%. In sehr vielen Fällen erhält man überhaupt keine Fruchtbildung.

Bei Versuchen mit Süßkirschen ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß oft sehr ähnliche Formen unter der gleichen Sortenbezeichnung gehen. Solche Fälle haben sowohl TUFTS und PHILP (1925) in Kalifornien als auch CRANE in England festgestellt. Bei näherem Zusehen trifft man sie auch in anderen Kirschenanbaugebieten. So werden beispielsweise im schweizerischen Kanton Baselland unter der Bezeichnung Rote Lauberkirsche zwei sehr ähnliche Sorten gebaut, die sich aber in ihrem Geschmack, in ihrer Reifezeit und wohl auch in der Fruchtgröße unterscheiden. Wenn gleichaltrige Bäume der beiden Formen nebeneinander stehen, sind sie sehr wohl auseinander zu halten. Wo aber Standortsunterschiede diese kleinen Verschiedenheiten verwischen, ist eine Verwechslung sehr leicht möglich.

Wenn also gelegentlich, wie etwa in bezug auf die Früheste der Mark, behauptet wird, daß eine Süßkirschensorte in angeblich reinem Satz ordentliche Erträge bringe, wäre erst noch zu untersuchen, ob es sich wirklich um eine einheitliche Pflanzung handle.

KOBEL und SACHOFF (1929) haben die bestehende Literatur zusammengestellt, nachdem schon R. FLORIN (1924) eine Übersicht über die Befruchtungs-

verhältnisse der Kirschen veröffentlicht hatte. Die Versuche sind bereits zahlreich. In den Vereinigten Staaten haben gearbeitet: GARDNER (1913), VINCENT (1921), ROBERTS (1922 a), SCHUSTER (1922, 1924, 1925), TUKEY (1924, 1927), TUFTS und PHILP (1925), WELLINGTON (1927), SHOEMAKER (1928), in Kanada: MACOUN (1922), in England: IDA SUTTON (1918, 1920), CRANE (1923, 1925, 1927), CRANE und LAWRENCE (1930, 1931), HOOPER (1924), in Holland: SPRENGER (1908, 1927), SPRENGER und ZWEDE (1927), VAN OIJEN GOETHALS (1912—13, 1916, 1917), in Schweden: JOHANSSON (1923), FLORIN (1924), in Dänemark: KOSTER (1929), in Deutschland: EWERT (zusammengestellt 1929), KAMLAH (1928), NEBEL (1929 b), in Rußland: KOSTINA (1927, 1928), ROH (1929), in der Schweiz: KOBEL und SACHOFF (1929) und KOBEL (1931), in Bulgarien SACHOFF (briefliche Mitteilungen).

Die untersuchten Sorten — es sind weit über hundert — erwiesen sich ausnahmslos als weitgehend selbststeril. Nur NEBEL (1929 b) glaubte bei Große schwarze Knorpelkirsche in Geisenheim einen hohen Grad von Selbstbefruchtung nachgewiesen zu haben. Wie mir aber Herr H. KAMLAH in Halle brieflich mitteilte, ließ sich diese Beobachtung nicht bestätigen. Wir sind also beim Anbau von Süßkirschen immer und überall auf Mischung gleichzeitig blühender Sorten angewiesen.

Die Süßkirschen liefern auch die schönsten Beispiele für die Erscheinung der Intersterilität. Die erste intersterile Gruppe wurde bereits 1913 durch GARDNER in Oregon beobachtet. Dort wurden die drei Sorten Bingkirsche, Bigarreau Napoleon und Lambertkirsche auf Kosten der anderen Sorten mehr und mehr verbreitet. Je seltener aber diese wurden, desto mehr ging der Fruchtansatz der drei bevorzugten Sorten zurück. GARDNER gelang in umfangreichen Versuchen der Nachweis, daß sich die drei Sorten, die alle wohl keimfähigen Pollen ausbilden, verhalten wie eine einzige selbststerile, und sich gegenseitig in keiner Kombination zu befruchten vermögen, daß somit für ihren Anbau die Zwischenpflanzung einer vierten, nicht intersterilen Sorte, unbedingt nötig ist.

Die Beobachtungen von GARDNER wurden später von SCHUSTER (1922, 1923), TUFTS und PHILP (1925), TUKEY (1924) und SHOEMAKER (1928) bestätigt. Sehr zahlreiche Versuche hat dann CRANE (1923, 1925, 1927) in England durchgeführt. Intersterilität wurde später auch von KAMLAH (1928) in Deutschland, ROH in Rußland und KOBEL und SACHOFF (1929) in der Schweiz beobachtet. In der letzterwähnten Veröffentlichung ist eine Zusammenstellung der bisherigen Untersuchungen enthalten. Es wurden bis jetzt bei Süßkirschen unter Hinzurechnung zweier von KOBEL (1931) in der Schweiz und einer von SACHOFF laut brieflicher Mitteilung in Bulgarien nachgewiesenen Gruppe die folgenden 17 Intersterilitätsgruppen gefunden:

I. *Gruppe der amerikanischen Forscher* (ergänzt durch CRANE): Big. Napoleon, Lambertkirsche, Bingkirsche, Kaiser Franz, Windsor A.

II. 1. *Gruppe von CRANE*: Bedford Prolific, Black Eagle, Black Tartarin A, Black Tartarin B, Early Rivers, Knights Early Black, Roundel.

III. 2. *Gruppe von CRANE*: Big. de Schrecken, Big. Frogmore, Guigne de Winkler, Waterloo, Belle Agathe, Cluster, Black Heart B.

IV. 3. *Gruppe von CRANE*: White Bigarreau, Kentish Bigarreau, Ludwigs Bigarreau (unecht).

V. 4. *Gruppe von CRANE*: Late Black B, Bohemian Black A, Turkey Heart B.

VI. 5. *Gruppe von CRANE*: Governor Wood, Eltonkirsche.

VII. 6. *Gruppe von CRANE*: Ursula Rivers, Mezel, Hedelfinger (unecht).

VIII. *Gruppe von TUKEY*: Downer, Windsor.

IX. 1. *Gruppe von KAMLAH*: Kassins Frühe, Weiße Spanische.

X. 2. Gruppe von KAMLAH: Kunzes Kirsche, Lucienkirsche, Maibigarreau.
 XI. 1. Gruppe von KOBEL und SACHOFF: Graberkirsche, Weiße Herzkirsche, Braune Herzkirsche.

XII. 2. Gruppe von KOBEL und SACHOFF: Rigikirsche, Honigkirsche, Späte Holinger, Mistler.

XIII. 1. Gruppe von KOBEL: Schuhmacherkirsche, Schwarze Kracher, Adlerkirsche.

XIV. 2. Gruppe von KOBEL: Rosmarinkirsche, Weinrebenkirsche, Labächler.

XV. Gruppe von SACHOFF: Küstendiler schwarze Knorpelkirsche, Große schwarze Knorpelkirsche, Hedelfinger Riesenkirsche.

XVI. 1. Gruppe von ROH: Dönissens Gelbe, Drogans Gelbe.

XVII. 2. Gruppe von ROH: Grolls weiße Knorpelkirsche, Rumjanije Schteky.

Tabelle 27. Zusammenstellung der Befruchtungsversuche mit Süßkirschen auf dem Hofe Bannholz nach KOBEL und SACHOFF.

Die obere Ziffer jedes Feldes gibt die Zahl der bestäubten Blüten, die untere den Fruchtansatz nach dem Junifall in Prozent an. Selbststerilität und Kreuzsterilität sind durch die Einrahmung hervorgehoben. Anordnung der Sorten nach ihrer Aufblühfolge.

Samenanlagen von	Pollen von												
	1. Rosmarinkirsche	2. Langstieler	3. Graberkirsche	4. Weiße Herzkirsche	5. Braune Herzkirsche	6. Schlattkirsche	7. Lauberkirsche	8. Sauerhäner	9. Flurianer	10. Hedelfinger	11. Rigikirsche	12. Honigkirsche	13. Späte Holiger
1. Rosmarinkirsche . . .	152 2,6	208 34				226 37							
2. Langstieler	108 44	280 1,1	89 54	162 45	172 62	114 53							
3. Graberkirsche	162 51	94 55	121 0		252 2	92 53							
4. Weiße Herzkirsche . .			142 0,7	136 0	119 0,8								
5. Braune Herzkirsche . .	114 37	105 38	176 0,6	108 0	155 2	104 25							
6. Schlattkirsche	112 36	116 26	160 30			131 0	186 62	150 25					
7. Lauberkirsche			88 32	87 30			88 0	190 25					
8. Sauerhäner						337 21	147 37	351 0,6		97 32		180 31	
9. Flurianer								190 49	315 0,6	191 41	212 40	169 34	159 30
10. Hedelfinger							132 20	175 46	145 0,7	295 31	118 25	82 48	
11. Rigikirsche										105 0		224 0,4	
12. Honigkirsche						163 21	174 36	210 27	249 25	145 0	229 0,9	243 0	
13. Späte Holinger							144 42		180 28	256 0,8		82 0	

Es ist möglich, daß ein Teil dieser Gruppen bei näherer Untersuchung sich als identisch erweist. Diese Identität kann jedoch auf Grund der heutigen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden, da noch keine Vertreter der Gruppen VIII—XVII mit solchen der ersten 8 Gruppen in gemeinsame Versuche einbezogen worden sind. TH. SACHOFF (briefliche Mitteilung) hat „Napoleonkirsche“ und Weiße Spanische als intersteril nachgewiesen. Da aber unter der Bezeichnung „Napoleonkirsche“ verschiedene Sorten gehen, darf daraus noch nicht mit Sicherheit auf eine Identität von Gruppe I und Gruppe IX geschlossen werden.

Ein Versuch KOBELS, sich blühende Zweige der ausländischen Gruppen mit Flugpost zustellen zu lassen, ergab nicht die gewünschten Resultate. Der Pollen kam zwar in vorzüglichem Zustand an, aber die Blütezeiten stimmten nicht genügend überein.

Wie sich die Befruchtungsverhältnisse der Kirschen im einzelnen gestalten, mag an dem Beispiel der Versuche von KOBEL und SACHOFF auf dem Hofe Bannholz im Baselland zur Darstellung gebracht werden. Es ist deshalb besonders zur Darstellung dieser Erscheinungen geeignet, weil sämtliche Versuchsbäume in tadellosem Ernährungszustand waren und deshalb bei Bestäubung mit geeignetem Pollen sehr hohe Ansätze ergaben.

Es zeigt sich aus dieser Zusammenstellung noch einmal die sehr weitgehende Selbststerilität der Süßkirschen. Daneben fallen aber auch die beiden unter IX und X erwähnten intersterilen Gruppen auf, die eine unter den mittel-früh blühenden, die andere unter den spätblühenden Sorten. Wie auch in den Versuchen der anderen Forscher ist hier die Kreuzsterilität ebenso ausgesprochen wie die Selbststerilität. Es gibt keine Kombination, die eine Übergangstellung einnimmt. Entweder erweisen sich die Sorten als völlig interfertil oder als völlig intersteril. Ferner zeigt sich, daß die Intersterilität *immer reziprok* ist: wenn sich Sorte A nicht mit Sorte B befruchten läßt, so ergibt sich auch aus der Bestäubung von B mit A kein Ansatz. Wenn ferner Sorte I mit Sorte II und II mit III intersteril ist, so ist auch Sorte I mit Sorte III intersteril. Jede Sorte einer Gruppe ist, wie namentlich sehr schön aus den Untersuchungen von CRANE hervorgeht, befähigt, jede beliebige Sorte irgendeiner anderen Gruppe zu befruchten oder von ihr befruchtet zu werden. Diese Beziehungen sind bis jetzt in den Befruchtungsversuchen mit Süßkirschen von allen Forschern ausnahmslos gefunden worden. Wie wir aber sehen werden, lassen sie sich nicht ohne weiteres auf andere Obstarten übertragen.

V. Die Selbststerilität und Intersterilität bei Sauerkirschen.

Übersicht über die durchgeführten Versuche. — Zusammenstellung selbstfertiler und selbststeriler Sorten.

Nach den Untersuchungen von ROBERTS (1922), CRANE (1923, 1925, 1927), SCHUSTER (1924, 1925), FLORIN (1924), KOSTINA (1927, 1928), KAMLAH (1928), NEBEL (1929b) kommen auch unter den Sauerkirschen und Glaskirschen, wie unter den Süßkirschen, völlig selbststerile Formen vor. Daneben gibt es bei dieser Obstart aber auch Sorten, die nach Selbstbestäubung ebenso reichlich ansetzen, wie nach Fremdbestäubung und als völlig selbstfertil zu bezeichnen sind. Schließlich scheinen auch Übergänge zwischen diesen beiden extremen Gruppen zu existieren, indem Sorten beobachtet wurden, die nach Bestäubung mit sorteneigenem Pollen zwar ordentlich ansetzten, aber mit sortenfremdem doch bessere Erträge liefern. Die Abgrenzung der drei Gruppen ist natürlich keine scharfe. Wo nicht nach Selbstbestäubung ebenso große Erträge erzielt

werden wie nach Fremdbestäubung, wird man in der Praxis immer eine geeignete Sortenmischung empfehlen müssen. Aus der nachstehenden Zusammenstellung sind die hauptsächlichsten Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zusammengestellt. Im Zweifelsfalle wurden die Sorten in die nächstuntere Gruppe gestellt, so Late Duke, die von CRANE als völlig selbstfertil bezeichnet wird, nach seinen eigenen Versuchen aber eher in die zweite gehört.

Völlig selbstfertil sind:	Teilweise selbstfertil sind:	Selbststeril sind:
Early Richmond	Kaiserin Eugénie	Kentish Red
Diemitzer Amarelle	Late Duke	Königin Hortense
Lotowska	May Duke (= Rote Mai- kirsche)	Ostheimer Weichsel
Schattenmorelle (= Große lange Lotkirsche)	Royal Duke (Königl. Ama- relle)	Minister Podbielsky
Stora Klarbär		
Montmorency (kurzstielige)		

Sichere Vorkommnisse von Intersterilität sind bei Sauerkirschen noch nicht nachgewiesen worden. Da aber bei dieser Obstart selbststerile Sorten vorkommen, ist auch Intersterilität durchaus möglich.

VI. Die Selbststerilität und Intersterilität bei Pflaumen und Zwetschgen.

Übersicht über die durchgeführten Versuche. — Zusammenstellung der selbstfertilen und selbststerilen Sorten. — Das Vorkommen von Intersterilität.

In der Gruppe der europäischen Pflaumen und Zwetschgen (*Domestica*-gruppe) finden wir, wie bei den Sauerkirschen, sowohl völlig selbstfertile, völlig selbststerile als auch Übergänge. Es haben über diese Frage gearbeitet: CRANE (1923, 1925, 1927), BODO (1928), E. H. FLORIN (1927), HENDRICKSON (1918, 1922), KOSTINA (1927, 1928), MAC DANIELS (1923), MACOUN (1922, 1925), MARSHALL (1919), NEBEL (1929b), IDA SUTTON (1918, 1920), RAWES (1921), WELINGTON (1926, 1927). Wir kommen, unter Weglassung einiger weniger wichtiger Sorten, zu der folgenden Zusammenstellung:

Selbstfertil sind:	Teilweise selbststeril sind:	Selbststeril sind:
Admiral Rigny	Agen (= French)	Algroves Superb
Czar	Aschanskaja	Coës Goldtropfen
Anna Späth	Blue Rock	Coës Violette
Bühler Frühzwetschge	Cox' Emperor	Crimson Drop
Dennistons Superb	Großherzog	Decaisne
Deutsche Hauszwetschge	Imperial	Frühe Reineclaude
Diamant	Ital. Zwetschge (= Fellen- bergzwetschge)	Gelbe Magnum Bonum
Dolaner Zwetschge	Purpurfarbige Belgische	Golden Esperen (pollensteril)
Frühe Mirabelle	Reineclaude von Cambridge	Graf Althans Reineclaude
Frühe von Smyrna	Rivers early prolific	Große grüne Reineclaude
Giant	Violette Reineclaude	Jefferson
Golden Transparent		Kirkes Blaue
Goliath		Late Orange
King of Damsons		Lincoln
Küstendiler Zwetschge		Pfirsichpflaume
Mirabelle von Nancy		Ponds Seedling
Mirabelle von Berghold		President
Monarch		Primate
Niagara		Reineclaude von Bryanstone
Pershore		Robe de Sergeant
Prinz von Wales		Späte Orléans
Reineclaude von Bavay		Tragédie
Reineclaude von Oullin		Washington
Schöne von Löwen		
Sugar		
Viktoriapflaume		
Weißes Magnum Bonum		

Auch hier finden sich Widersprüche bei den verschiedenen Forschern, die vielleicht teilweise auf ein verschiedenes Verhalten der Sorten unter ungleichen Bedingungen zurückzuführen sind, zum größten Teil aber auf Sortenverwechslung. Was beispielsweise alles unter dem Namen „Reineclaudé“ ohne nähere Umschreibung geht, wissen wir nicht. Dasselbe gilt von Bezeichnungen wie „Gelbe Eierpflaume“ und ähnlichen. Von den in der zweiten Gruppe aufgeführten Sorten haben „Italienische Zwetschge“ und die in Kalifornien wichtige „Agen“ einen hohen Grad von Selbstbefruchtung, liefern aber doch anscheinend nach Fremdbefruchtung größere Erträge.

Die Pflaumen der *Cerasiferagruppe* scheinen ebenfalls teils Selbstbefruchter, teils selbststeril zu sein. KOSTINA gibt für *Prunus cerasifera* Selbststerilität an. Dagegen hat CRANE die Sorte Red Myrabolan als hochgradig selbstfertil gefunden.

Die zu *Prunus triflora* und den ihr verwandten Arten gehörenden japanischen Pflaumen sind hochgradig selbststeril. Formen, die nach Selbstbestäubung reichliche Ernten ergeben hätten, sind, wie wir aus den eingehenden Untersuchungen von HENDRICKSON entnehmen können, bis jetzt nicht gefunden worden. Da diese Sorten, von denen Satsuma und Burbankpflaume die bekanntesten sind, in Europa bis jetzt keine wesentliche Rolle spielen, können wir auf eine Liste der untersuchten Sorten verzichten.



Abb. 47. Selbst- und Intersterilität bei Pflaumen. Topfobstbaum von Coes Violet. Äste bei B selbstbestäubt, keine Frucht; bei A bestäubt mit der intersterilen Sorte Jefferson, keine Frucht; bei C bestäubt mit Reineclaudé von Bryanstone, reichliche Fruchtbildung. (Nach CRANE.)

Selbststeril scheinen auch die Formen von *Prunus americana*, *P. nigra* und ihren nächsten nordamerikanischen Verwandten zu sein. Es liegen allerdings noch wenig brauchbare Angaben vor. Ein einzelnstehender Strauch von *P. nigra*, der im Gehölzgarten der Versuchsanstalt Wädenswil steht, hat trotz alljährlich reichlicher Blüte noch nie eine Frucht angesetzt.

DORSEY (1919) hat wohl als erster bei Pflaumen der *Domesticagruppe* Intersterilität gefunden. Eingehende Untersuchungen über diese Frage verdanken wir CRANE (1923, 1927). Er hat seine Ergebnisse in nebenstehender Tabelle zusammengefaßt.

Die Verhältnisse sind von den bei den Süßkirschen besprochenen etwas verschieden. Die Kreuzsterilität ist, ähnlich wie die Selbststerilität, bei Pflaumen

Tabelle 28.

Zusammenstellung der Befruchtungsversuche mit Pflaumen nach CRANE. Die obere Ziffer gibt die Zahl der bestäubten Blüten, die untere, die Zahl der erhaltenen Früchte an. Selbststerilität und Kreuzsterilität sind durch Einrahmung hervorgehoben. Die Sämlinge entstammen der Kreuzung Graf Althans Reineclaude \times Jefferson.

Samenanlagen von	Pollen von												
	1. Coës Golden Drop	2. Coës Violet	3. Crimson Drop	4. Jefferson	5. Algroves Superb	6. Sämling 1024	7. Sämling 1026	8. Sämling 1030	9. Late Orange	10. President	11. Cambridge Gage	12. Rivers Early Prolific	13. Blue Rock
1. Coës Golden Drop	1226 0	200 0	366 0	1122 10	287 1	82 12	32 10	10 3	90 37	54 25	57 38	viele „	35 17
2. Coës Violet	73 0	733 0	141 1	585 1					195 88	44 31	71 49	163 viele	
3. Crimson Drop	87 0	88 0	470 1	209 0									
4. Jefferson	868 1	414 2	515 1	352 0	220 0	90 42	29 23	13 10	16 15	53 21	15 11	viele „	31 25
5. Algroves Superb	114 0	21 0		64 0	212 0	31 16	23 13		42 28		14 11	48 30	
6. Sämling 1024	71 0			224 0	103 0	240 0	32 10	8 5	60 14	54 18		50 18	18 9
7. Sämling 1026	9 8			11 7		13 12	250 37	128 11	34 11	22 4	20 6	24 8	12 11
8. Sämling 1030	29 13				17 7	19 8	100 1	90 0		12 3		24 10	18 5
9. Late Orange	97 36	94 32		78 19	30 6	21 5	27 10		604 0	549 0	194 54	78 46	29 22
10. President	116 60	74 38		75 28					559 0	509 0	209 61	18 11	116 12
11. Cambridge Gage		203 109							539 15	409 10	2625 42	15 10	
12. Rivers Early Prolific	45 11	226 86		57 23	83 27	65 24	56 9	21 8	246 102	91 39	126 57	8720 282	554 185
13. Blue Rock		126 96		36 23		25 16	12 2	7 7	103 66	49 39	63 41	388 17	1175 18

nicht immer so ausgesprochen wie bei Süßkirschen. Dazu ergibt sich aus der Zusammenstellung mit aller Deutlichkeit, daß die Intersterilität nicht immer eine reziproke zu sein braucht. Diese Verschiedenheit gegenüber dem Verhalten der Süßkirschen hängt wahrscheinlich, wie auch CRANE und DARLINGTON vermuten, mit der erhöhten Chromosomenzahl der *Domesticapflaumen* zusammen. Wir können hier auf eine theoretische Erörterung verzichten.

Aus den Versuchen mit Sämlingen ersehen wir, daß die Anlage für Intersterilität auf die Nachkommen vererbt wird. Es sei auch hier ausdrücklich darauf hingewiesen, daß selbstfertile Sorten naturgemäß keiner Intersterilitätsgruppe angehören können.

Die Sorten Crimson Drop und Coës Violet sind als somatische Mutationen von Coës Goldtropfen entstanden. Sie sind mit ihrer Stammsorte kreuzsteril.

Die gleiche interessante Beziehung finden wir auch zwischen Algroves Superb und Jefferson.

Die Angaben über Intersterilität bei Pflaumen, welche NEBEL (1929b) macht, bedürfen noch sehr der Bestätigung.

Bei den Pflaumen der anderen Gruppen ist Intersterilität nicht in der gleichen Ausführlichkeit nachgewiesen. HENDRICKSON (1922) gibt an, daß die japanischen Sorten Formosa und Gaviota kreuzsteril seien. Unzweifelhaft werden Fälle von Intersterilität auch bei der *Cerasifera*- und der *Americana*-gruppe noch aufgefunden werden.

VII. Die Selbststerilität und Intersterilität bei Aprikosen.

Untersuchungen über Selbststerilität bei Aprikosen haben KOSTINA (1927, 1928), TUFTS, HENDRICKSON und PHILP (1927), sowie NEBEL (1929b) durchgeführt. Während die amerikanischen Forscher und NEBEL nur selbstfertile Sorten beobachteten, fand KOSTINA auch einige selbststerile, nämlich Schwarze von Alexandrien, Bairam Ali, Domasam, Frühe von Montplaisir, Zuckeraprikose und Taubenzuckeraprikose. Die Sorte Alexander III setzte zwar nach Selbstbestäubung an, ergab aber an den Kontrollästen wesentlich größere Ansätze. Zu diesen Versuchen ist zu bemerken, daß die Unfruchtbarkeit nach Bestäubung mit sorteneigenem Pollen möglicherweise auf irgendeine Form der Pollensterilität zurückzuführen ist. Untersuchungen über die Keimfähigkeit des Pollens, die diese Frage entscheiden könnten, stehen anscheinend noch aus. Alle anderen Aprikosensorten waren völlig selbstfertil. Es befinden sich darunter auch die bei uns gelegentlich angepflanzten Sorten Luizetaprikose, Moorpark, Paviot, Pfirsichaprikose (Aprikose von Nancy), Ambrosia und Liabau. Selbstfertil sind auch die von NEBEL untersuchten Sorten Aprikose von Breda und Ungarische Aprikose.

Über Intersterilität von Aprikosen ist bis jetzt nichts bekannt geworden.

VIII. Die Selbststerilität und Intersterilität bei Pfirsich- und Mandelsorten.

Durchgehende Selbstfertilität bei Pfirsichsorten. — Selbststerilität und Intersterilität bei Mandelsorten.

Noch weiter verbreitet als bei den Aprikosen ist die Selbstbefruchtung bei den Pfirsichen. Alle bisherigen Untersuchungen lassen völlige Selbstfertilität erkennen. KOSTINA, welche von Pfirsichen und Nektarinen 68 Sorten untersucht hat, fand eine einzige, die nach Selbstbestäubung nicht ansetzte, die Stenwick Nektarine. Ob eigentliche Selbststerilität vorliegt, ist aber sehr fraglich. Es könnte sich, wie bei der an einer anderen Stelle besprochenen amerikanischen Sorte J. H. Hale-Pfirsich, auch um unvollständige Entwicklung des männlichen Geschlechtsapparates handeln. Wenn NEBEL (1929b) in seinen Versuchen bei Große Mignonne und Kernechter vom Vorgebirge keinen Ansatz nach Selbstbestäubung erzielte, so wird dadurch Selbststerilität infolge der anscheinend geringen Blütenzahl und dem Mangel an näheren Angaben nicht bewiesen. Die Selbstfertilität der Pfirsiche hat zur Folge, daß bei dieser Obstart, wie übrigens auch bei den Quitten, eine gewisse Samenkonstanz züchterisch erreichbar ist. Intersterilität ist bei diesen Selbstbefruchtern ausgeschlossen.

Im Gegensatz zu den Pfirsichen und Nektarinen stehen die ihnen nahe verwandten Mandeln, soweit sie untersucht sind. TUFTS (1919a) und TUFTS und PHILP (1922), die eine Anzahl in Kalifornien angebaute Sorten untersuchten, fanden keine einzige selbstbefruchtende.

Bei dieser Obstart ist durch TUFTS und PHILP (1922) auch physiologisch bedingte Intersterilität gefunden worden. Die eine Gruppe umfaßt die Sorten Nonpareil und IXL, die andere Texas und Languedoc.

3. Die Übertragung des Pollens.

Fehlen der Windbestäubung. — Auf Obstblüten beobachtete Insekten. — Bedeutung der Honigbiene als Pollenüberträgerin. — Einige wichtige Angaben über den Bienenflug.

Die Übertragung des Pollens erfolgt bei unseren Blütenpflanzen entweder durch den Wind oder durch Insekten, seltener durch andere Tiere. Wir haben reichlich Gelegenheit, zu beobachten, daß bei unseren Obstbäumen Übertragung des Pollens durch Insekten vorkommt. Ob daneben eine Pollenübertragung durch den Wind ebenfalls von Bedeutung ist, kann nur durch Versuche entschieden werden. Es sind dazu zwei Wege denkbar. Man kann an einzelstehenden Bäumen sämtliche Blüten im Knospenstadium entmannen und die Kronblätter entfernen, indem man sich auf die Erfahrung stützt, daß solche des Schauapparates beraubten Blüten nicht oder nur ausnahmsweise von Bienen befliegen werden. Wenn also aus ihnen Früchte mit ausgebildeten Samen entstehen, so muß man annehmen, daß die Befruchtung infolge Pollenübertragung durch den Wind zustande gekommen sei. Immerhin ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß gelegentlich doch Bienen oder andere Insekten diese Blüten auffinden und beim Suchen nach Nektar mitgebrachten Blütenstaub auf die Narbe übertragen. LEWIS und VINCENT (1909) behandelten alle 1500 Blüten eines siebenjährigen Apfelbaumes in der angegebenen Weise. Sie erhielten nur fünf Früchte, obschon der Baum nur etwa 6,5 m von anderen blühenden Apfelbäumen entfernt war.

Eine weitere Möglichkeit, um die Bedeutung der Windbestäubung zu untersuchen, hat wohl zuerst WAUGH (1899) angewendet. Er stellte im Obstgarten Glasplatten (Objektträger) auf, die mit Vaseline überzogen waren und zählte dann unter dem Mikroskop die angeflogenen Pollenkörner. LEWIS und VINCENT (1909) stellten ebenfalls ähnliche Versuche an. In beiden Fällen beobachtete man, daß nur vereinzelte Pollenkörner durch den Wind auf die Objektträger gelangten, daß also Windbestäubung praktisch keine große Rolle spielen kann. Diese Versuche sind seither von mehreren Forschern, darunter auch dem Verfasser, mit immer demselben Erfolg wiederholt worden.

Wenn wir auch zugeben wollen, daß Windbestäubung bei unseren Obstbäumen gelegentlich einmal ausnahmsweise vorkommen kann, so müssen wir doch der Bestäubung durch Insekten eine unverhältnismäßig viel größere Bedeutung beimessen.

Die Angaben über die auf Obstblüten beobachteten Insekten lauten nicht immer einheitlich, was aus lokalen Bedingungen leicht erklärlich ist. Als Beispiel wähle ich eine Beobachtung von HOOPER (1913). Er fand an zwei verschiedenen Standorten:

Bienen aus Stöcken	493	Käfer	22
Hummeln	49	Wildbienen	16
Fliegen	24	Wespen	3
Ameisen	23	Andere Insekten	13

Wir ersehen daraus, daß die Honigbienen weitaus die häufigsten Besucherinnen unserer Obstblüten sind.

Nach ZANDER (1921, 1924, 1930) sind durchschnittlich 75% der blütenbesuchenden Insekten Honigbienen. Neben ihnen spielen bloß die Hummeln und vielleicht einige Fliegen eine gewisse Rolle.

Nach SPEYER (1929) sind in den niederdeutschen Marschgebieten die Schlamffliegen (*Eristalis*) als Pollenüberträger in den Obstpflanzungen von Bedeutung.

Da von den Wespen nur die befruchteten Königinnen überwintern, ist ihre Zahl zur Zeit der Obstblüte noch so klein, daß sie für die Bestäubung wenig

beitragen. Um so mehr fallen sie dann zur Zeit der Obsternte auf! Die Ameisen und wohl auch die meisten Käfer fallen höchstens bei Selbstbefruchtern als Bestäuber in Betracht, da sie nicht von Baum zu Baum den Pollen zu übertragen imstande sind.

Wirksamer sind dagegen die Erd- und Mauerbienen, die mit ihren behaarten Körpern für die Pollenübertragung ebenso geeignet erscheinen wie die Honigbienen. Leider sind sie meist nur in geringer Menge zugegen.

Die Hummeln, die nach HOOPER (1912) und KOBEL und SACHOFF (1929) auch bei kühler Witterung und auch am späten Abend noch die Blüten besuchen, sind viel wirksamere Bestäuber als all die anderen wildlebenden Insekten. SAX (1922) mißt ihnen für die Verhältnisse in Maine ebenfalls große Bedeutung zu. Da aber auch die Hummeln nicht in Kolonien überwintern, ist ihre Zahl zur Zeit der Obstblüte meist ebenfalls gering. In der Nähe von Wäldern dürften sie jedoch mancherorts nicht bedeutungslos sein. Als zuverlässigster Pollenüberträger hat jedoch überall die Honigbiene zu gelten.

Man schätzt wohl mit Recht den Nutzen der Honigbiene als Pollenüberträgerin im Obstbau auf den 6—10fachen Wert des durchschnittlichen Honigertrages. Dieser beläuft sich für Deutschland nach ZANDER auf rund 20 Millionen Mark. Der Nutzen für den Obst- und Beerenobstbau wird mit 200 Millionen Mark bewertet.

ZANDER (1930) hebt hervor, daß die besondere Eignung der Honigbiene zur Übertragung des Pollens unserer Kern- und Steinobstbäume sowohl in ihren Lebensgewohnheiten, als auch in ihrem Körperbau begründet ist. Sie *überwintert in volkreichen Kolonien*, so daß die Zahl der Bienen zur Zeit der Obstbaumblüte bereits sehr groß ist. Sie *sammelt im Sitzen*, so daß ihr reicher Haarpelz mit Blütenstaub eingepudert wird. Dagegen kommt der als Höschen gesammelte Pollen für die Bestäubung kaum mehr in Betracht. Was aber die Biene, im Gegensatz zu den meisten wildlebenden Insekten, ganz besonders zur Pollenübertragung im Obstbau befähigt, ist ihre *Blütenstetigkeit*. Das gleiche Individuum sammelt nicht abwechselungsweise auf dem Löwenzahn und dem Apfelbaum, sondern anhaltend auf der einen dieser Trachtpflanzen. Ausnahmen sollen nur bei Knappheit der Trachtpflanzen im frühen Frühjahr und im Herbst und allenfalls noch „bei jungen unerfahrenen Bienen“ vorkommen.

Wir wollen nun im folgenden untersuchen, ob der Besuch unserer Obstblüten durch die Bienen wirklich immer wertvoll und so notwendig ist, wie aus den soeben besprochenen Tatsachen hervorzugehen scheint und wie in den Kreisen der Bienenzüchter immer wieder behauptet wird. Es gibt ja parthenokarpe Sorten, die auch ohne Bestäubung und Befruchtung Früchte auszubilden vermögen. Wir werden aber in einem späteren Abschnitt sehen, daß wir uns in der Praxis auf diese Erscheinung nicht stützen dürfen, da sie einen sicheren Fruchtansatz nicht zu gewährleisten vermag. Auch für parthenokarpe Sorten können also die Bienen sehr wertvoll sein.

Etwas anders liegt die Fragestellung bei den Selbstbefruchtern. Wir wollen vorläufig nur diejenigen Sorten in Betracht ziehen, bei denen der sorteneigene Pollen ebenso wirksam ist, wie der sortenfremde. Wir finden sie bei Quitten und Pfirsichen, teilweise auch bei den Pflaumen, Sauerkirschen und Aprikosen. Es ist die Frage zu entscheiden, ob der Pollen ohne Zutun von Insekten genügend reichlich auf die Narbe gelange, oder ob das Wühlen im Blütenstaub und der abwechselungsweise Besuch verschiedener Blüten derselben Sorte eine Vermehrung des Fruchtansatzes erwirke. Hier ist es besonders HENDRICKSON (1918), der bewiesen hat, daß *auch der Fruchtansatz von Selbstbefruchtern erhöht wird, wenn Bienen zugegen sind*. Er schloß Bäume der Agen-Zwetschge (= French),

die in Kalifornien häufig gebaut wird, in Zelten ein. Wenn in das Zelt keine Bienen gebracht wurden, war der Ansatz ein geringer, wurde aber ein Bienenvolk eingeschlossen, so befriedigte er. OVERHOLSER hat (nach CHANDLER 1925) ähnliche Beobachtungen bei der Apfelsorte Yellow Newton gemacht. Hier werden allerdings die Ansätze kaum befriedigt haben, da, wie wir sahen, bis jetzt keine Apfelsorte mit genügender Selbstbefruchtung beobachtet ist. Es wäre eine dankbare Aufgabe, diese Frage besonders bei denjenigen Obstarten weiter zu verfolgen, bei denen die Selbstbefruchtung eine bedeutende Rolle spielt. Es ist wahrscheinlich, daß sich die Sorten mit weit über die Staubbeutel hinausragenden Griffeln wesentlich anders verhalten als diejenigen, deren Narben zwischen den geöffneten Staubbeuteln liegen.

Daß bei Fremdbefruchtern und bei Sorten, die nur einen geringen Grad von Selbstbefruchtung oder Parthenokarpie besitzen, ein Besuch durch Insekten ohne Zweifel von größter Bedeutung ist, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden. Da diese Sorten gegenüber den sicheren Selbstbefruchtern vorherrschen, ist es unsere Aufgabe, die *Anforderungen, welche unsere Obstpflanzungen an die Bienenhaltung stellen*, etwas eingehender zu untersuchen.

Wir haben dabei eigentlich drei Teilfragen zu beantworten.

1. In welcher Entfernung vom Bienenstand ist der Bienenflug noch genügend, um eine sichere Pollenübertragung zu gewährleisten?

2. Wie weit voneinander entfernt dürfen die Bäume stehen, deren Blüten sich gegenseitig befruchten sollen?

3. Wie viele Bienenvölker sind für eine genügende Pollenübertragung in einer Obstpflanzung von einer bestimmten Größe notwendig?

Der *Bienenflug* ist sehr weitgehend von der Witterung abhängig. Während die Bienen bei warmem, sonnigem Wetter oft kilometerweit fliegen, um eine geeignete Trachtquelle auszubeuten, entfernen sie sich bei kühlem, regnerischem Wetter kaum 100—200 m vom Bienenstand. So konnten KOBEL und SACHOFF (1929) beobachten, wie zahlreiche Bienen an sonnigen Tagen die Strecke von 700—800 m zwischen dem Bienenstand und ihren Versuchsbäumen zurücklegten, während an kühlen Tagen nur sehr wenige Bienen zu beobachten waren. Der Bienenflug war allerdings durch ungünstige Winde und topographische Verhältnisse hier besonders stark gehemmt. Die frühblühenden Sorten setzten reichliche Ernten an, da ihre Blütezeit auf sonnige Tage fiel. Die spätblühenden brachten dagegen nur sehr geringe Ernten, weil während ihrem Blühet kühle Witterung herrschte. Daß der Ernteausschlag tatsächlich auf mangelhafte Bestäubung zurückzuführen war, bewiesen die Versuchsergebnisse. Wo eine künstliche Pollenübertragung vorgenommen worden war, zeigten sich auch an den sonst leerstehenden Spätblühern bedeutende Fruchtansätze. In der Nähe des Bienenhauses trugen auch die spätblühenden Sorten reichliche Ernten.

Es ergibt sich aus dieser Beobachtung, daß es unmöglich ist, eine feste Zahl für den maximalen Abstand der Obstpflanzungen vom Bienenstand festzulegen, um so mehr, als auch die topographischen Verhältnisse von Bedeutung sind. Wo ein Hügel den Bienenflug ablenkt, oder wo während des Blühens eine bestimmte Windrichtung vorherrscht, können nicht die gleichen Maximalabstände angegeben werden, wie dort, wo der Bienenflug durch lokale Bedingungen gefördert wird. Doch müssen sich unsere Angaben eher nach den ungünstigen Verhältnissen und den Jahren mit schlechter Witterung richten. In den meisten Fällen dürfte ein Abstand der Bäume von 600—800 m vom Bienenstand nicht zu groß sein. Wo widrige Verhältnisse oder ungünstige topographische Bedingungen vorliegen, sind, wie das angeführte Beispiel von KOBEL und SACHOFF beweist, auch diese Abstände zu groß.

Die Frage, in welcher *Entfernung voneinander Bäume stehen dürfen, deren Blüten sich gegenseitig befruchten* sollen, hängt ebenfalls weitgehend von allerlei lokalen Bedingungen ab. Interessant sind die Angaben von CHANDLER (1925). Nach der Ansicht amerikanischer Farmer sollen die Erträge der Apfelsorte Ben Davis in Jahren mit schlechtem Wetter zur Blütezeit gering werden, wenn die Bäume mehr als 50 m vom Pollenspender entfernt stehen. CHANDLER selbst kommt zum Schluß, daß 75—90 m für Apfel-, Birn- und Zwetschgenbäume als einzuhaltende Grenze gelten können. Für Kirschen gibt er dagegen merkwürdigerweise nur 50 m an. Wir dürfen für unsere Verhältnisse ebenfalls annehmen, daß die Pollenübertragung zwischen Bäumen, die nicht weiter als 50—80 m voneinander entfernt sind, in hinlänglichem Maße stattfindet, sofern genügend Bienen zugegen sind, und nicht irgendwelche Hemmnisse, wie Häuser, Gruppen hoher Bäume und dergleichen den Bienenflug ablenken. MINDERHOUD (1930) glaubt auf Grund von Beobachtungen sammelnder Bienen auf Löwenzahn und andern niedrig wachsenden Pflanzen, daß die erwähnten Abstände zu groß seien. Doch lassen sich seine Untersuchungsergebnisse nicht ohne weiteres auf Obstbäume übertragen, und Beobachtungen aus der großen Praxis zeigen deutlich, daß zwei Bäume, deren Blüten sich gegenseitig befruchten sollen, nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zu stehen brauchen.

Es ist ebenfalls unmöglich, mit bestimmten Zahlen anzugeben, *wieviele Bienenvölker pro Hektar* oder pro hundert Bäume eine genügende Befruchtung gewährleisten. Immerhin kann man eine Größenordnung ungefähr abschätzen. HOOPER (1912) gibt zwei Ansichten wieder. Nach der einen, die aus Australien stammt, benötigt man auf eine Obstbaumfläche von 2 acres 2 Bienenvölker. Da 2 acres 0,81 ha sind, kämen also auf ein Hektar ungefähr zwei Bienenvölker. Die andere Ansicht, die HOOPER bekannt gibt, stammt vom damaligen Sekretär des englischen Bienenzüchtervereins, HERROD. Er verlangt für ein Baumgut von 160 acres 40 Bienenvölker. Dies würde, in unserem Maßsystem ausgedrückt, 2 Bienenvölker auf etwa 3 ha ausmachen. Allerdings würde HERROD in diesem Fall die Bienenvölker in 4 Gruppen auf die Pflanzung verteilen. Eine Verteilung würde auch der australische Gewährsmann vorziehen. CHANDLER (1925) glaubt, für Steinobst, besonders für Kirschen, mehr Bienen zu benötigen, da auch die Zahl der Früchte, also der verlangten Bestäubungen eine größere sei als bei den Kernobstarten. Demgegenüber kann man allerdings geltend machen, daß bei Steinobstarten ein einziges keimfähiges Pollenkorn für die Befruchtung einer Blüte genüge, während viele Apfel- und Birnsorten die Früchte meist fallen lassen, wenn nur eine einzige Samenanlage befruchtet wird.

Es kommt nicht nur auf die Zahl der Bienenvölker an, sondern auch auf ihre Volksstärke und Verteilung. Die Volksstärke zur Zeit der Obstbaumblüte wird bedingt durch die Pflege und die Ernährung der Bienen im frühen Frühjahr. Die Pflege ist ausschließlich Sache des Bienenzüchters. In der Ernährung kann aber auch der Obstpflanzler wesentlich mithelfen, dadurch nämlich, daß er an geeigneten Ödstellen, Bachufern usw. pollentragende Weiden pflanzt. Durch gute Pollentracht im frühen Frühjahr werden die Völker zum großen Nutzen nicht nur des Bienenzüchters, sondern auch des Obstpflanzers sehr wesentlich in ihrer Entwicklung gefördert.

Die Verteilung der Völker wäre dort am geeignetsten, wo die Bienenstöcke in der ganzen Obstpflanzung zerstreut aufgestellt würden. Ein solches Vorgehen verträgt sich aber mit der rationellen Bienenhaltung nicht. In Gegenden mit Einzelkasten wird man aber sehr leicht eine gute Verteilung der Bienenvölker erreichen. Schwieriger liegen die Verhältnisse an Orten, wo das Pavillionssystem, das bequemste für den Bienenhalter, üblich ist. Es dürfte mancherorts

von Vorteil sein, zur Blütezeit der Obstbäume Ein- oder Zweibeuten mit Dach in etwas entferntere Obstanlagen aufzustellen. Jedenfalls sollen überall Obstpflanzler und Bienenzüchter sich gegenseitig unterstützen.

Es ist zuzugeben, daß vielfach auch ordentliche Ernten erzielt werden, wo den soeben angeführten Bedingungen über den Abstand der Bäume vom Bienenstand, den Abständen zwischen den Bäumen, deren Blüten sich gegenseitig befruchten sollen, und der geforderten Bienenmenge nicht Genüge geleistet ist. Wir dürfen uns aber auf solche Zufallserfolge nicht stützen und müssen vielmehr darauf bedacht sein, auch in Jahren mit schlechtem Blühet eine ausreichende Befruchtung zu sichern.

Eine Gefahr, daß die Befruchtung auch zu gut sein könnte, besteht kaum. In den meisten Fällen werden im Juni ohnehin diejenigen Früchte, welche der Baum nicht zu ernähren vermag, abgestoßen. Gegen übermäßigen Fruchtansatz kann man sich, wenigstens bei kleineren Baumformen, durch Auspflücken allenfalls schützen. Ist aber die Befruchtung zu gering, so ist jede Hoffnung auf einen befriedigenden Ertrag ausgeschlossen.

In der letzten Zeit schienen sich gelegentlich zwischen den Obstpflanzern und den Bienenzüchtern Gegensätzlichkeiten in bezug auf die Schädlingsbekämpfung zu ergeben. Das Überhandnehmen der Frostspannerarten, der Gespinnstmotten, der Obstmaden und anderer tierischer Parasiten erfordert unbedingt Gegenmaßnahmen. Dabei spielen arsenhaltige Fraßgifte, wie Bleiarseniat und Calciumarseniat eine Hauptrolle. Bei unrichtiger Anwendung können auch die Bienen von diesen giftigen Stoffen aufsaugen. Es ist aber sehr leicht, solche Schädigungen zu umgehen. Wenn nicht in die offene Blüte gespritzt wird, sind Vergiftungen von Bienen so gut wie ausgeschlossen. Auch Vorblütenbespritzungen schädigen die Bienen nicht. Aber jeder Obstpflanzler soll an den großen Dienst denken, den ihm die Bienen erweisen und unter keinen Umständen einen blühenden Obstbaum bespritzen.

4. Die Xenienfrage.

Die Entstehung von Samenxenien. — Beeinflussung der Samengröße bei Kreuzungen von Süß- und Sauerkirschen. — Der angebliche Einfluß des Pollens der Vatersorte auf Form, Farbe und Qualität der Früchte.

Als Xenienbildung bezeichnet man in der Vererbungsliteratur Veränderungen der Samen und — theoretisch — auch der Früchte oder Zweige der Mutterpflanze, die auf den Einfluß des Pollens der Vaterpflanze zurückzuführen sind. Das klassische Beispiel, das jederzeit nachgeprüft werden kann, liefert der Mais. Bestäuben wir die Blüten einer gelbsamigen Maissorte mit Pollen einer violettsamigen, so sind alle aus dieser Befruchtung hervorgegangenen Maiskörner violett gefärbt. Diese merkwürdige Erscheinung ist durch die Kenntnis der Befruchtungsvorgänge leicht verständlich geworden. Die Samenfarbe violett verhält sich erblich gegenüber gelb als dominantes Merkmal. Bei der Befruchtung der Blütenpflanzen verschmilzt, wie wir bereits gesehen haben, der eine Geschlechtskern des Pollenschlauches mit der Eizelle, der andere mit dem in der Mitte des Embryosackes befindlichen Kern. Aus der einen Verschmelzung geht der Embryo, aus der anderen das Nährgewebe oder Endosperm hervor. Die Kerne des Endosperms besitzen also, gleich den Kernen des Embryos, bereits Erbmasse der Vaterpflanze. Dominante Eigenschaften der Vaterpflanze können sich deshalb schon im Endosperm geltend machen. Da in unserem Fall das Merkmal gelb rezessiv ist, wird es von violett überdeckt, und wir erhalten violett gefärbte Maissamen. In gleicher Weise könnten sich

auch beim Embryo selbst schon Einflüsse der Vaterpflanze auswirken, da er ebenfalls väterliche Erbmaterie enthält. Einflüsse der Vaterpflanze auf die Samen der Mutterpflanze sind also Erscheinungen, die uns durch direkte Beobachtung verständlich gemacht werden können.

Bei den Obstsorten vollzieht sich die Samenbildung, wie wir gesehen haben, in der Weise, daß zuerst ein Endosperm gebildet, aber bald vom heranwachsenden Embryo aufgefressen wird. Der ganze Inhalt der Schale ist aus der Eizelle hervorgegangen und könnte also bereits Bastardeigenschaften aufweisen. Nicht aber können die Samenhäute bzw. die Steinschalen des Steinobstes schon Eigentümlichkeiten der Vaterpflanze aufweisen, da sie weder aus der befruchteten Eizelle noch aus dem Endosperm hervorgegangen sind. Sie sind ausschließlich aus Zellen der Muttersorte gebildet. Das gleiche gilt natürlich vom Fruchtfleisch.

Einflüsse des Pollens der Vaterpflanze auf die Samen hat KOBEL (1927) nachweisen können. Die Zellgröße *nahe verwandter Formen* ist vom Chromosomensatz

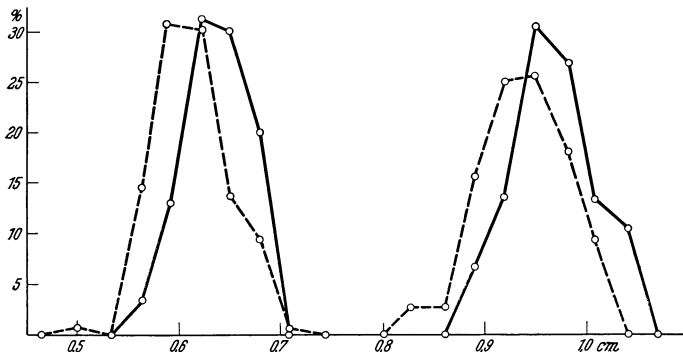


Abb. 48. Einfluß des Pollens auf die Steingröße bei Bastardierung von Süß- und Sauerkirschen. Links die Kurven der Steindicke, rechts diejenigen der Steinlänge. - - - - = Süßkirsche \times Süßkirsche (Rigikirsche \times Prinzessinkirsche), ——— = Süßkirsche \times Sauerkirsche (Rigikirsche \times Ostheimer-Weichsel und Rigikirsche \times Schattenmorelle). Die Kurven sind auf 100 berechnet, die Ordinatenwerte geben daher die Zahl der Varianten für die betreffenden Dicken und Längen in Prozent an. Original.

abhängig, und zwar so, daß mit zunehmender Chromosomenzahl das Volumen zunimmt. Bei doppelter Chromosomenzahl sind vergleichbare Zellen häufig ungefähr doppelt so groß. Wenn wir nun die Eizelle der Süßkirsche mit ihren 8 Chromosomen mit dem 16-chromosomigen Pollen von Sauerkirschenarten befruchten, so ergeben sich Embryonen,

die in ihren Zellen 24 Chromosomen enthalten müssen, statt nur 16. Die Zellen werden dadurch offenbar vergrößert. Wie aber nachgewiesen werden konnte, vergrößern sich als Folge davon auch die Embryonen und damit die Samen. So maßen die Steine der Rigikirsche (Süßkirsche), wenn diese mit Pollen anderer Süßkirschen befruchtet wurde, durchschnittlich $9,362 \pm 0,048$ mm in der Länge und $6,106 \pm 0,035$ mm in der Dicke. Wenn aber die Blüten am gleichen Baum unter sonst gleichen Bedingungen mit Pollen von Sauerkirschen befruchtet wurden, so ergaben sich Steine von durchschnittlich $9,670 \pm 0,087$ mm in der Länge und $6,350 \pm 0,057$ mm in der Dicke. Die Differenz betrug somit für die Länge $-0,308 \pm 0,087$ mm und für die Dicke $-0,244 \pm 0,067$ mm. Abb. 48 stellt eine graphische Übersicht der Messungen dar. Umgekehrt wurde die durchschnittliche Größe der Steine der Sauerkirsche herabgesetzt, wenn die Befruchtung mit Süßkirschenpollen erfolgte. Dies ist ebenfalls verständlich, da die normalen Sauerkirschenembryonen in ihren Zellen 32 Chromosomen, die aus den illegitimen Befruchtungen mit der Süßkirsche hervorgegangenen aber nur 24 Chromosomen enthalten. In beiden Fällen liegt somit eine Art Xenienbildung vor; denn die Veränderungen des Embryos und Samens sind auf den Einfluß des väterlichen Pollens zurückzuführen. Zwar handelt es sich hier nicht, wie beim Mais, um die Auswirkung eines einzelnen dominanten Erbfak-

tors, sondern um den Einfluß des ganzen Chromosomensatzes, also der ganzen Erbmasse. Einen Einfluß des Pollens der Vatersorte auf die Größe und Form der Samen glaubt ROH (1929) auch bei Kernobstsorten nachgewiesen zu haben.

Mit der Verschiebung der Steingröße könnte indirekt auch eine Veränderung der Größe der Frucht zusammenhängen. Wir hätten damit die Erscheinung, die in der Literatur als Carpoxenie bezeichnet wird, vor uns. Messungen wurden an den Früchten nicht vorgenommen, weil ein fehlerfreies Arbeiten infolge der Weichheit der Früchte nicht wohl möglich war. Das Auftreten von Carpoxenien wird in der Obstbauliteratur immer wieder behauptet. Ich verweise nur auf die neueren Veröffentlichungen von PETROW (1925), ZEDERBAUER (1926), BACH (1928 b), ROH (1929) und STUMMER und FRIMMEL (1930). Während wir es aber in den eben angeführten Beispielen mit Kirschen — vorausgesetzt, daß Carpoxenien tatsächlich nachgewiesen werden könnten — bloß um eine indirekte Wirkung auf Grund der veränderten Chromosomenzahl des Samens zu tun hätten, glauben die Befürworter der Carpoxenienbildung an einen *direkten* Einfluß einzelner Erbanlagen der Vaterpflanze auf die aus der Befruchtung hervorgegangenen Früchte. Eine solche Erscheinung ist uns aber, wie wir schon gesehen haben, auf Grund unserer Kenntnis vom Befruchtungsvorgang in keiner Weise verständlich. Wir haben auch trotz der vielfachen „Beobachtungen“ von Carpoxenien keinen zwingenden Grund, an ihr Vorkommen zu glauben. Eingehendere Untersuchungen über diese Frage (z. B. KRUMBHOLZ 1930) haben immer zu negativen Ergebnissen geführt. Ein sicherer Nachweis von ihrer Existenz ist in keinem Fall erbracht. Wir müssen hier auf diese Frage etwas näher eintreten, weil, wenn Carpoxenien tatsächlich vorkämen, dies für den Obstbau von großer Bedeutung wäre. Wir würden dann nämlich dafür zu sorgen haben, daß wir beispielsweise unsere großfrüchtigen, edelfleischigen Birnsorten nur mit Pollen von ebensolchen befruchten ließen, da ja die Größe und der Geschmack durch den Pollen beeinflußt werden könnten.

ZEDERBAUER (1926) bestäubte im Jahr 1923 Blüten der Ananasreinette, die gewöhnlich längliche Früchte bildet, mit Pollen des mehr flachfrüchtigen Bismarck. Er erzielte aus dieser Bestäubung eine einzige Frucht, die auffallend platt gebaut war und die er in ihrer Form als Mittelbildung zwischen den beiden Elternsorten, also als Xenie, auffassen möchte. Er gibt auch die Masse der Früchte sowohl für die „Xenie“ als auch für „die“ Ananasreinette und für „den“ Bismarckapfel an. Gegen diese Masse an und für sich ist nichts einzuwenden, wohl aber ist hervorzuheben, daß es nicht einen einzigen bestimmten Längenbreitenindex für jede Elternsorte und die „Xenien“ gibt, sondern, daß die Früchte in allen ihren Eigenschaften, also auch im Längenbreitenindex, eine gewisse Variationsbreite aufweisen. Diese müßte zuerst aus einer großen Zahl von zufällig herausgegriffenen Früchten bestimmt werden. Es müßte ihr Mittelwert und dessen mittlerer Fehler, sowie die Standardabweichung als Maß der Variabilität bestimmt werden. Erst dann dürfte man Schlüsse ziehen. Es ist aber nicht statthaft, eine Einzelercheinung, wie diese einzige Bastardfrucht, zu verallgemeinern. Wir könnten wohl auch solche mehr abgeplattete Früchte der Ananasreinette finden, wenn wir die Befruchtung mit Pollen einer langfrüchtigen Sorte vornehmen würden. ZEDERBAUER erhielt im folgenden Jahr aus der gleichen Befruchtung 12 Früchte, „welche der Xenie im Vorjahr glichen“. Maße sind aber hier, wo doch einigermaßen ein Durchschnittswert möglich gewesen wäre, nicht angegeben. Ein Grund, an die Existenz von Carpoxenien, die sich in der Form unserer Obstsorten geltend machen würden, zu glauben, liegt auch nach den Untersuchungen ZEDERBAUERS nicht vor, und ich unterstütze die Gesichtspunkte in der Kritik von HÖSTERMANN (1924). Es ist dabei

auch zu berücksichtigen, daß der Einfluß der Samen auf die Frucht bei Kernobst, falls Samenxenien vorkämen, bei weitem nicht so groß sein könnte, wie etwa bei Steinobst, da die Samen relativ zum Fruchtfleisch hier eine sehr geringe Masse ausmachen. Die gleichen Einwände gelten auch gegenüber den Angaben von PETROW und BACH, die sich ebenfalls bloß auf einzelne Vorkommnisse stützen können. (Auf Grund zahlreicher Messungen hält neuerdings ROH (1929) das Vorkommen von Carpoxenien beim Apfelbaum für erwiesen. Eine kritische Sichtung der umfangreichen russisch geschriebenen Arbeit, die mir erst während der Durchsicht der Korrekturbogen bekannt wurde, ist mir leider unmöglich.)

Recht häufig wurde auch angenommen, daß die Farbe der Frucht vom Pollen, der zur Bestäubung diene, abhängig sei. So glaubten LEWIS und VINCENT (1909), daß die Fruchtfarbe der Sorte Esopus Spitzenberg, einer wertvollen rotfrüchtigen Sorte der Union, durch die Befruchtung mit Pollen von gelb-

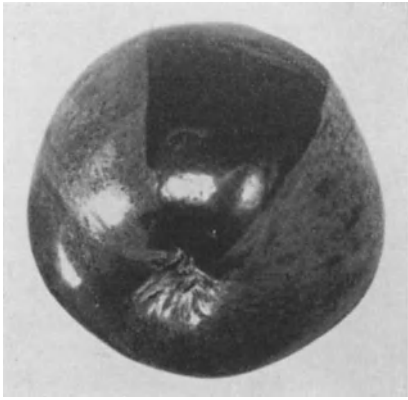


Abb. 49. Chimärenbildung bei der gestreiften Apfelsorte Chüsenrainer. Die im übrigen normale Frucht weist einen scharf abgegrenzten, völlig roten Sektor auf. Diese Erscheinung wird oft fälschlicherweise als Xenienbildung aufgefaßt. Original.

früchtigen Sorten verschlechtert werde, während Pollen von dunkelfrüchtigen Sorten, wie Arkansas Black, besser gefärbte Früchte ergebe. Wie haltlos diese Behauptung ist, geht schon daraus hervor, daß Arkansas Black ein so schlechter Pollenbildner ist, daß wohl LEWIS und VINCENT nicht viel durch diese Sorte befruchtete Esopusäpfel zu Gesicht gekommen sein können. WICKS (1918) hat übrigens durch umfangreiche Versuche gezeigt, daß sich die beiden anderen Forscher getäuscht haben.

Hin und wieder findet man, besonders bei mehr oder weniger rot gestreiften Sorten, Früchte mit einem oder mehreren intensiv rot gefärbten, scharf abgegrenzten Sektoren (Abb. 49). Man trifft häufig die Meinung, dies sei darauf zurückzuführen, daß die Samenanlagen in diesen

Sektoren durch Pollen einer rotfrüchtigen Sorte befruchtet worden seien, daß es sich also um partielle Carpoxenien handle. In Wirklichkeit liegen aber *somatische Mutationen* vor, die mit der Befruchtung nichts zu tun haben.

Noch schlechter steht es mit der in Praktikerkreisen hin und wieder gehörten Meinung, daß der *Geschmack* der Vaterpflanze sich an der Frucht bemerkbar mache. Hier ist es besonders schwierig, diese Eigenschaft vergleichend zu fassen. Die Beurteilung ist also einzig auf subjektive Empfindungen gestützt. Wenn man dazu noch bedenkt, wie sehr der Geschmack vieler unserer Obstsorten vom Standort, von der Witterung, vom Reifegrad der Frucht und von vielen anderen Einflüssen abhängig ist, wird man einsehen, wie schwierig ein sicherer Nachweis von Carpoxenien, die sich auf den Geschmack der Frucht beziehen, zu erbringen sein muß. Sie sind übrigens ebenso unwahrscheinlich, wie diejenigen, die sich auf die Form, Größe und Farbe der Frucht beziehen. Wir können also beispielsweise sehr wohl unsere edelsten Tafelbirnen mit Pollen der gerbstoffreichen Mostbirnen befruchten: die Edelfrucht behält ihre Qualität bei.

Man geht wohl nicht fehl, wenn man das häufige Suchen nach Carpoxenien und auch das „Auffinden“ von solchen einem uns innewohnenden mystischen

Bedürfnis zuschreibt, das soweit führen kann, daß sogar Einflüsse des Pollens auf die Fruchtzweige behauptet werden. Diese *Cladoxenien* sind aber so unwahrscheinlich, daß es sich erübrigt, darauf einzugehen.

5. Zusammenstellung der praktischen Konsequenzen, die sich aus den Befruchtungsverhältnissen ergeben.

Welche Gesichtspunkte müssen bei der Anlage einer zweckmäßigen Obstpflanzung berücksichtigt werden? — Anlage einer Apfelpflanzung. — Die Straßenpflanzung. — Anlage von Pflanzungen anderer Obstarten. — Die Sanierung bestehender Anlagen.

Wir haben in vorangehenden Abschnitten gesehen, daß infolge von Selbststerilität, Intersterilität und Pollensterilität die Befruchtung und damit die Fruchtbildung in Frage gestellt sein kann. Wir wissen auch, auf welche Weise die Pollenübertragung stattfindet und haben zudem im letzten Abschnitt gesehen, daß es für die Ausbildung der Form, Farbe und Qualität der Früchte gleichgültig ist, wie die Vatersorte beschaffen sei, da sie die Ausbildung des Fruchtfleisches in keiner Weise zu beeinflussen vermag. Auf Grund dieser Kenntnisse wollen wir uns nun überlegen, welche Anforderungen eine Obstpflanzung erfüllen müsse, damit die Befruchtung der Blüten als Ursache der Fruchtbildung in richtiger Weise erfolge.

Gute Voraussetzungen für eine reichliche Befruchtung sind in unseren altväterischen Obstpflanzungen mit buntem Sortengemisch gegeben. Wo zahlreiche Sorten der gleichen Obstart beieinander stehen und Bienen zugegen sind, wird man selten mangelhafte Befruchtung antreffen. Doch genügen heute solche Anpflanzungen den wirtschaftlichen Anforderungen nicht mehr. Der Handel verlangt wenige, aber hochwertige Sorten. Die Maßnahmen zur Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten, und namentlich auch die Erntearbeiten, werden durch systematisches Zusammenpflanzen der Bäume der gleichen Sorte sehr wesentlich erleichtert. Wie weit darf man nun, ohne die Befruchtung zu verhindern, in der Einschränkung der Sortenzahl und im Zusammenpflanzen der gleichsortigen Bäume gehen, und welche Gesichtspunkte hat man dabei zu berücksichtigen?

Wir wollen uns vorstellen, wir hätten irgendwo ein Obstgut neu zu bepflanzen. Wir müssen uns zuerst mit der Auswahl der Obstarten und Obstsorten befassen. Sie richtet sich einzig nach den klimatischen und wirtschaftlichen Bedingungen. In rauheren Lagen werden wir mit empfindlichen Sorten auch bei bester Pflege Mißerfolge haben, und die beste weichfleischige Sorte bringt uns nur Erfolg, wenn wir in nächster Nähe eines aufnahmefähigen Marktes sind.

Dann werden wir das zur Verfügung stehende Gebiet auf die verschiedenen Obstarten verteilen. Für die Apfelbäume wählen wir möglichst tiefgründige Parzellen, in denen das Grundwasser nicht hoch stehen darf, und in denen auch bei langandauernden Regenperioden keine stagnierende Bodenfeuchtigkeit entsteht. Die Birnbäume tragen wasserzügige Böden viel leichter. Die Süßkirschen kommen auf die windzügigen Hügel zu stehen, vorausgesetzt, daß dort eine genügende Tiefgründigkeit des Bodens vorliegt. Aber an keiner Stelle pflanzen wir verschiedene Obstarten durcheinander. Dies würde uns nur die Kulturmaßnahmen in mannigfacher Art erschweren, ohne auch nur den geringsten Vorteil zu bieten.

Inzwischen haben wir uns auch Klarheit geschafft über die Frage, welche Baumformen wir berücksichtigen wollen, ob Zwergobstanlagen geeignet seien, oder ob Halb- und Hochstämme in Betracht kommen. Auch haben wir über-

legt, ob wir den Boden unter den Bäumen offen lassen können, oder ob Gras oder andere Unterkulturen wirtschaftlicher seien.

Erst nachdem alle diese Fragen entschieden sind, können wir auf die Befruchtungsverhältnisse der ausgewählten Sorten die nötige Rücksicht nehmen. In erster Linie haben wir die Wirtschaftlichkeit und Eignung der Sorten zu berücksichtigen und nicht etwa ihren Wert als Pollenbildner. Bei geschickter Disposition der Anlage wird auch bei wenigen ausgewählten Sorten eine genügende Befruchtung zu erreichen sein.

Nun wollen wir die Anlage der einzelnen Obstarten disponieren und beginnen mit den Apfelsorten. Wir nehmen an, die Absatzverhältnisse und die Anforderungen des Betriebes hätten uns zur Auswahl von 10—20 Sorten veranlaßt. Wir stellen diese vorerst nach ihrer Aufblühfolge zusammen. Dann merken wir uns diejenigen mit mangelhafter Pollenbildung. Bei der weiteren Disposition achten wir darauf, daß großfrüchtige Sorten möglichst an windgeschützte Stellen gelangen, frühreifende nehmen wir zweckmäßig in die Nähe der Häuser. Die gleichzeitig blühenden Sorten kommen nebeneinander zu stehen. Wenn es sich um Sorten mit hochwertigem Pollen handelt und die Reihenabstände nicht zu groß sind, dürfen wir sehr wohl 3 Reihen der gleichen Sorte nebeneinander pflanzen. Bei Buschobstanlagen dürfen es wohl auch 4—5 Reihen sein. Schlechtpollige nehmen wir in 1—2 Reihen zwischen gutpollige, achten aber darauf, daß auch die Sorten mit hochwertigem Pollen sich gegenseitig zu befruchten vermögen. Eine solche Anlage genügt den Anforderungen, welche durch die rationelle Bewirtschaftung gestellt werden. Aber auch die Befruchtung ist gesichert, sofern genügend Bienen vorhanden sind. Immerhin gilt hier eine Einschränkung. Wir haben S. 133 gesehen, daß gelegentlich auch Apfelsorten mit gleicher Blütezeit und gutem Pollen sich gegenseitig nicht zu befruchten vermögen (z. B. Weißer Klarapfel und Transparent von Croncels). Sicherlich handelt es sich um seltene Ausnahmen. Aber es bleibt die Aufgabe bestehen, durch Befruchtungsversuche am Baum solche Kombinationen ausfindig zu machen.

Es erscheint zwecklos, hier Musterbeispiele zusammenzustellen. Denn die Sortenauswahl ist so weitgehend durch lokalklimatische Faktoren und die Anforderungen des Marktes bedingt, daß allgemein brauchbare Zusammenstellungen kaum möglich sind. Auf Grund der Angaben über die Blütezeit der Sorten (S. 79—85) und über ihren Wert als Pollenbildner (S. 113—117) kann sich jeder mit Leichtigkeit selbst eine richtig zusammengestellte Obstanlage disponieren.

Kommen aus wirtschaftlichen Gründen nur einige wenige Sorten für die Anpflanzung in Betracht, die sich gegenseitig infolge ungleicher Blütezeit oder aus anderen Gründen nicht zu befruchten vermögen, so wählt man ein anderes System. Man pflanzt die Bäume jeder Sorte zusammen und streut einzelne Bäume eines geeigneten Pollenspenders ein. Die Angaben über die Zahl der nötigen Pollenbäume lauten nicht immer gleich. Doch sollte jeder 6.—10. Baum jeder Reihe ein Pollenlieferant sein. Es ist zu berücksichtigen, daß nicht alle Bäume alljährlich blühen. Daß am wenigsten Pollenbäume benötigt werden, wenn diese möglichst gleichmäßig in der ganzen Anpflanzung zerstreut stehen, liegt auf der Hand.

Es ist aber bei solchen Anpflanzungen noch ein weiterer Punkt zu berücksichtigen. Ist die Hauptsorte pollensteril, so können die eingesprengten Pollenspender nicht befruchtet werden und bringen deshalb geringe Ernten. Man würde also in solchen Fällen zweckmäßig zwei verschiedene sich gegenseitig befruchtende Sorten als Pollenlieferanten auswählen.

Eine besondere Besprechung verdienen die Straßenpflanzungen, denen auch die Pflanzungen längs der Wassergräben, Flurgrenzen und ähnliche anzureihen

sind. Hier ist die Gefahr für unzureichende Befruchtung besonders groß, einmal weil diese Pflanzungen oft von den Bienenvölker beherbergenden Dörfern weit entfernt sind, und zum anderen, weil die Bienen jedenfalls nicht allzu häufig neben blühenden Obstbäumen vorbeifliegen. Bei solchen Pflanzungen sollte daher ganz besonders auf Sortenmischung Bedacht genommen werden. Es erscheint mir beispielsweise zweckmäßig, immer abwechslungsweise Bäume von sich gegenseitig leicht befruchtenden Sorten zu pflanzen und auf die schlechte Pollenbildung ganz besonders Rücksicht zu nehmen. Diese Überlegungen erscheinen um so gerechtfertigter, als gerade die bei Straßenpflanzungen besonders häufig verwendeten Apfelsorten Roter Eiserapfel und Rheinischer Bohnapfel geringwertigen Pollen entwickeln.

Die Verhältnisse der Befruchtung und des Fruchtansatzes bei Straßenpflanzungen hat EWERT (1921) eingehend untersucht. Abb. 50 stellt eine schematische Darstellung einer solchen Anpflanzung dar. Die Beobachtungen beziehen sich auf das Jahr 1920. Die nur mit Bäumen der Sorte Goldparmäne bepflanzte Strecke mißt 1,5 km. Am einen Ende befindet sich das schlesische Dorf Mondschütz, in dem damals 99 Bienenvölker standen, am anderen eine Kiefernwaldung. Alle Bäume hatten reichlich geblüht. Wir ersehen aus der

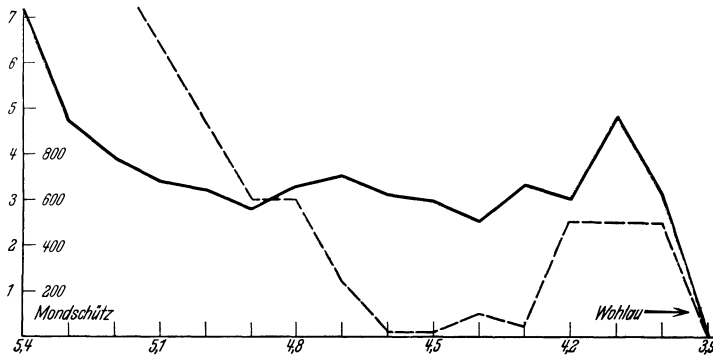


Abb. 50. Die Befruchtungs- und Fruchtbildungsverhältnisse bei einer Straßenpflanzung von Goldparmäne zwischen Mondschütz und Wrohlau. Die Zahlen auf der Abszisse bedeuten Kilometer. Links das Dorf Mondschütz mit vielen Bienenvölkern und anderen Apfelsorten, rechts ein Wald. Die ausgezogene Kurve gibt die durchschnittlichen Kernzahlen der Früchte bei den betreffenden Stationen an (Maßstab links), die gestrichelte die Zahl der Früchte pro Baum (Maßstab rechts). Bei der Station 4,1 befand sich eine fremde Sorte. (Nach EWERT.)

graphischen Darstellung, wie der durchschnittliche Kerngehalt als ein Maß der Fremdbefruchtung vom Dorf weg rasch abnimmt, um dann gleich zu bleiben. Viel rascher als die Kernzahl nimmt aber die Erntemenge der Bäume ab. Es entfernen sich offenbar nur noch wenige Bienen so weit vom Dorf. Merkwürdigerweise nimmt sowohl der durchschnittliche Kerngehalt als auch die Fruchtmenge gegen den Wald hin wieder zu. EWERT möchte dies auf eine „Stauung“ der Bienen vor dem Wald zurückführen. Es ist aber sehr wohl denkbar, daß sich dort ein sortenfremder Baum befand, den der Beobachter übersah, und daß hier die Bestäubung hauptsächlich durch Hummeln und Wildbienen aus dem nahen Wald vollzogen wurde. Die Ernte betrug für die ganze Pflanzung bloß 120 Zentner. Daran war, wie wir aus Abb. 50 leicht ersehen können, zur großen Hauptsache der dem Dorf benachbarte Teil der Pflanzung beteiligt. EWERT berechnet den vollen Ertrag auf 600 Zentner. Der Ertrag hätte also bei dieser Pflanzung durch Einpflanzen von guten Befruchtern um volle 400% gesteigert werden können.

Gleiche Voraussetzungen wie bei der Anlage von Apfelpflanzungen sind auch bei *Birnen* und *Süßkirschen* vorhanden, denn auch diese beiden Obstarten be-

stehen aus lauter sehr weitgehend selbststerilen Sorten. Bei der Birne hilft allerdings die teilweise recht ausgesprochene Parthenokarpie oft zu einem ordentlichen Fruchtansatz in sortenreinen Pflanzungen. Auf der anderen Seite ist aber zu berücksichtigen, daß in manchen Jahren die Birnblüten von den Bienen nur mangelhaft befliegen werden, da spätblühende Süßkirschen, frühblühende Apfelsorten und namentlich auch der Löwenzahn vielfach bevorzugt werden. Eine gut durchdachte Sortenkombination erscheint daher bei Birnsorten notwendig.

Bei *Süßkirschen* ist wohl ein allzu ausgesprochenes Zusammenpflanzen der gleichsortigen Bäume nicht zweckmäßig. Es ist wohl wirtschaftlicher, die gleiche Sorte an verschiedenen Stellen zu pflanzen, da kleine Verschiebungen in der Reifezeit die Ernte dieser rasch vorübergehenden Früchte auf eine größere Zahl von Tagen verteilen und sie dadurch wesentlich erleichtern. Intersterile Sorten sollten nicht als Nachbarn gepflanzt werden. Auch die großen Verschiedenheiten in der Blütezeit der einzelnen Sorten sind zu berücksichtigen.

Bei *Sauerkirschen*, *Pflaumen*, *Zwetschgen* und *Aprikosen* muß zwischen selbststerilen und selbstfertilen unterschieden werden. Die letzten sind in der Pflanzung nach den gleichen Grundsätzen anzuordnen wie die Süßkirschen, bei den ersten ist dagegen irgendwelche Rücksicht in bezug auf die Befruchtung bei der Sortenzusammenstellung nicht nötig. Zu beachten ist, daß sich eine selbstfertile und eine selbststerile Sorte immer gegenseitig befruchten können, vorausgesetzt, daß ihre Blütezeiten genügend übereinstimmen.

Bei Anpflanzungen der selbstfertilen Pfirsiche und Quitten ist natürlich eine Sortenmischung völlig unnötig.

Größere Schwierigkeiten als die Neuanlagen von Obstpflanzungen bieten die Sanierungen von bestehenden, unzuweckmäßig bestellten Anlagen. *In dieser Umstellung liegt aber die wichtigste Aufgabe ganzer ausgedehnter Obstbaugebiete.*

Man wird in erster Linie feststellen müssen, welche Sorten vorhanden sind, und sich einen Plan der bestehenden Obstpflanzung anfertigen. Diesem Plan stellt man einen zweiten gegenüber, in dem die Obstanlage so eingezeichnet ist, wie man sie bei einer Neupflanzung gestalten würde. Durch Umpfropfen und Neupflanzung sucht man in den folgenden Jahren die Anpflanzung so gut als möglich nach dem Idealplan umzugestalten. Dieser Weg ist sehr mühsam und verlangt große Ausdauer. Er ist jedoch der einzig mögliche für die zielbewußte Sanierung weiter Obstbaugebiete. Über ein praktisches Beispiel einer solchen Betriebssanierung hat E. TSCHUMI (1927) berichtet.

C. Der Fruchtansatz ohne Befruchtung.

1. Die Parthenokarpie.

Verbreitung der Jungfernfrüchtigkeit bei den Kulturpflanzen. — Nachweis der Parthenokarpie. — Abhängigkeit der Parthenokarpie von Außeneinflüssen. — Praktische Bedeutung der Parthenokarpie. — Verbreitung der Parthenokarpie bei Kern- und Steinobstarten.

Die Fähigkeit der Pflanzen, samenlose Früchte zu bilden, nennt man Parthenokarpie oder Jungfernfrüchtigkeit. Da sich die Fruchtbildung ohne Samenbildung vollzieht, ist auch keine Befruchtung notwendig. Zwar erscheint es manchmal für die Ausbildung von Jungfernfrüchten von Vorteil zu sein, wenn Pollenschläuche in die weiblichen Gewebe eindringen, eine Erscheinung, die etwa der Tatsache an die Seite zu stellen ist, daß bei *Orchideen* und anderen Pflanzen die Samenbildung ohne Befruchtung durch das Eindringen von Pollenschläuchen in die Griffel ausgelöst wird. Man spricht in diesen Fällen von induzierter Parthenokarpie und induzierter Apogamie.

Die Jungfernfrüchtigkeit ist im Reich der Blütenpflanzen weit verbreitet. Sie ist wichtig in der Kultur von Orangen, Feigen, Kaki (*Diospyros Kaki*), Trauben (Korinthen, Sultaninen) und Bananen. Sie kommt aber auch beim Kernobst, seltener bei Steinobstsorten vor. Bei einigen dieser Obstarten, besonders bei Orangen, Trauben und Bananen, spielt die Erscheinung wirtschaftlich eine sehr bedeutende Rolle. Bei den meisten Traubensorten können sich neben befruchteten auch unbefruchtete Beeren bilden. Sie sind kleiner und werden von den Winzern in vielen Gebieten als Kleinbeeren bezeichnet.

In den Lehrbüchern der Botaniker wird oft die Jungfernfrucht als Frucht ohne *keimfähige* Samen definiert. Wir haben schon in einem früheren Abschnitt gesehen, daß diese Umschreibung bei den Kernobstsorten nicht richtig ist, da durch Befruchtung unter Umständen lauter *taube* Samen entstehen können, dann nämlich, wenn abnorme Chromosomenverhältnisse vorliegen. Wir haben in diesen Fällen von *Scheinparthenokarpie* gesprochen, da Früchte, die sich infolge einer Befruchtung bildeten, nicht Jungfernfrüchte sind, auch, wenn sie keine keimfähigen Samen enthalten. Andererseits weisen aber hohle, samenartige Gebilde nicht immer auf Scheinparthenokarpie hin. Wenn wir die Blüten mancher Birnsorten vor ihrer Entfaltung entmannen und in Leinwand- oder Pergaminbeutel einschließen, so daß kein Blütenstaub auf die Narben gelangen kann, finden wir in den entstehenden Jungfernfrüchten oft dennoch samenartige Gebilde: lange, schmale Schläuche, die aus nichts anderem bestehen als aus einer leeren Samenhaut. Die Samenanlage hat sich ohne Befruchtung zu einem Gebilde entwickelt, das zwar fast die Länge normaler Samen erreichen kann, nicht aber deren Breite, und das keine Spur eines Embryos enthält. Auf diese Schläuche haben EWERT (1906, 1909), MÜLLER-THURGAU (1910) und OSTERWALDER (1910) nachdrücklich hingewiesen. Bei Apfelsorten wurden sie meines Wissens nie beobachtet. Dort bleiben die unbefruchteten Samenanlagen ganz klein, sind aber immerhin in der reifen Frucht als winzige, gebräunte Gebilde zu erkennen, besonders schön beispielsweise bei der Sorte Goldparmäne (Reine des Reinettes). Auch bei Birnen treten die langen samenartigen Schläuche durchaus nicht immer auf. So findet man beispielsweise bei Lebruns Butterbirne oft Früchte, die kaum Spuren von Samenanlagen in dem klein gebliebenen Kernhaus enthalten.

Das größte Verdienst für die Untersuchung der Parthenokarpie unserer Apfel- und Birnsorten kommt entschieden EWERT (1906, 1909 usw.) zu. Während WAITE (1894, 1898) glaubte, die von ihm bei Ausschluß fremden Blütenstaubes erhaltenen Früchte seien auf Selbstbefruchtung zurückzuführen, wies EWERT nach, daß die Früchte samenlos, die Sorten also parthenokarp sind. Ungefähr zur selben Zeit kam MÜLLER-THURGAU zu denselben Ansichten. Er glaubte zuerst, daß die langen, schmalen, samenartigen Gebilde, die aus Blüten, bei denen der Zutritt fremden Pollens verunmöglicht war, entstehen, auf den Anreiz durch sorteneigenen Pollen zurückzuführen seien. Als er später diese Gebilde auch in Früchten fand, die aus entmanneten eingebeutelten und sich selbst überlassenen Blüten entstanden waren, änderte er seine Ansicht. Weitere wichtige Beiträge zur Frage der Parthenokarpie hat OSTERWALDER (1915) geliefert.

Der Nachweis der Parthenokarpie ist auf verschiedene Weise denkbar. Am einfachsten ist wohl das Durchschneiden einer großen Menge von Früchten der zu untersuchenden Sorte. Stößt man auf kernlose Äpfel oder Birnen, die lediglich die mehrmals erwähnten gebräunten Schläuche enthalten, so hat man ohne weiteres nachgewiesen, daß diese Sorten fähig sind, Früchte ohne Befruchtung auszureifen. Da man über die Bedingungen der Befruchtung im vorangegangenen Frühjahr in diesem Fall keine Anhaltspunkte hat, weiß man

vorläufig auch noch wenig über den *Grad* der Parthenokarpie der so untersuchten Sorten. Wenn man nach dieser Methode keine samenlosen Früchte findet, darf man noch nicht auf das Fehlen von Jungfernfrüchtigkeit bei den untersuchten Sorten schließen, denn man weiß ja nicht, ob dieser Umstand nicht bloß einer ausgiebigen Befruchtung zuzuschreiben ist, welche die Parthenokarpie verdeckt hat.

Befriedigende Ergebnisse erhält man dadurch, daß man vor dem Aufblühen eine größere Anzahl Blüten in Säcklein einschließt und sich selbst überläßt. Dieser Weg hat den Vorteil, daß er leicht gangbar ist und keine große Arbeit erfordert. Es läßt sich aber nicht entscheiden, ob eine eintretende Fruchtbildung auf den Anreiz der eindringenden sorteneigenen Pollenschläuche zurückzuführen und ob also die Jungfernfrüchtigkeit induziert sei. Gründliche Untersuchungen über die Frage, ob der Ansatz von Jungfernfrüchten durch das Eindringen sorteneigener Pollenschläuche erhöht werde, sind mir nicht bekannt geworden. Die Frage hat praktisch keine große Bedeutung, da eine Selbstbestäubung fast immer erfolgt. Sicher ist, daß samenlose Früchte sowohl aus entmannen, nicht bestäubten, als auch aus selbstbestäubten Blüten hervorgehen können. Es ist nicht zu empfehlen, bei den Untersuchungen auf Parthenokarpie die Blüten zu entmannen: denn dieses Verfahren bietet keine wesentlichen Vorteile und ist so zeitraubend, daß man nicht zu den nötigen großen Blütenmengen gelangt, um einen brauchbaren Durchschnittswert zu erhalten. Selbstverständlich müssen aber die erhaltenen Früchte durchschnitten werden, um zu entscheiden, ob der Fruchtansatz auf Selbstbefruchtung oder auf Jungfernfrüchtigkeit zurückzuführen ist.

Diese Methode soll nach EWERT den Nachteil haben, daß die in den Säcklein eingeschlossenen Blüten in abnorme Umweltsbedingungen gelangen. Die Hemmung des Lichtzutrittes kann zwar nicht gefährlich sein, da zu dieser Zeit die Assimilation der eben erst sich bildenden Blätter nicht sehr erheblich ist. Dagegen sollen die Transpirationsverhältnisse, die wohl für die Versorgung der sich rasch entwickelnden Organe von besonderer Wichtigkeit sind, verändert werden. Wenn man zwar die Blütenblätter nicht entfernt hat, dürfte auch diese Gefahr nicht sehr groß sein. MÜLLER-THURGAU hat ihr nie wesentliche Bedeutung beigemessen, und da keine Versuche bekannt wurden, die infolge des Einsackens mißlungen wären oder zu falschen Ergebnissen geführt hätten, kann man sich seiner Ansicht anschließen. Am besten dürfte es sein, ganze Bäume mit einem Zelt zu überspannen, wie es die großzügigen amerikanischen Forscher in den letzten Jahren mehrfach durchführten. Jedenfalls ist das Einsacken vor dem Aufblühen der Methode von SAX, über die wir S. 137 sprachen, vorzuziehen.

Die erwähnten Bedenken führten EWERT zu einem anderen Weg für den Nachweis der Jungfernfrüchtigkeit. Er ging dabei vom Standpunkt aus, daß alles möglichst gleich gelassen werden müsse, wie bei den der freien Bestäubung ausgesetzten Blüten. Dies geschieht am einfachsten durch Vernichten der Empfänglichkeit der Narben. Man könnte daran denken, die Griffel einfach abzuschneiden, schafft aber damit eine Eingangspforte für Fäulniserreger und verhindert auch die Befruchtung nicht, denn eine Pollenkeimung ist auf dem feuchten Griffelgewebe nicht nur sehr wohl denkbar, sondern eine Befruchtung ist auf diese Weise sogar schon beobachtet worden. Zum Überfluß hat EWERT beim Pfirsich eine Regeneration von Narbenpapillen an abgeschnittenen Griffeln beobachtet. Er suchte daher nach einer Flüssigkeit, welche die Narben zum Absterben bringt und sie zugleich deckt und vor Pilzen schützt. Er fand sie in einem Gemisch des handelsüblichen, etwa 50proz. Natronwasserglases mit 1%

Nigrosin, 1 % Eosin und 0,1 % Kupfersulfat in schwach ammoniakalischer Lösung. Die beiden Farbstoffe sollen das Auffinden der behandelten Blüten erleichtern und das Kupfer pilztötend wirken. EWERT hat der Bildung kernloser Früchte so große Bedeutung zugemessen, daß er die Flüssigkeit unter dem Namen „Kernlos“ in den Handel brachte. Bei Anwendung dieser Flüssigkeit erhielt EWERT in seinen Versuchen befriedigende Ergebnisse. Immerhin fand er mehrfach Früchte mit ausgebildeten Kernen. Ob hier der Schutz durch das „Kernlos“ zu gering war, oder ob Fälle von Apogamie vorlagen, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Ich würde für Versuche die sichere Einsackungsmethode vorziehen.

Ein weiteres Vorgehen EWERTS, um Parthenokarpie nachzuweisen, bestand im Vortreiben von Topfobstbäumen, die zu einer Zeit aufblühten, in der die Blüten der im Freien stehenden Bäume sich noch nicht geöffnet hatten. EWERT erhielt auf diese Weise mit der Apfelsorte Charlamowsky vorzügliche Ergebnisse. Dieser Weg erscheint sehr wertvoll und EWERT hält ihn für den besten. Ich bezweifle aber, daß damit für die Praxis brauchbare Ergebnisse zu erzielen sind, denn die Topfobstbäumchen sind infolge des gehemmten Wurzelwachstums während einigen Jahren so blüh- und fruchtwillig, daß man die Ergebnisse, die man mit ihnen erhält, nicht ohne weiteres auf Buschobst, geschweige denn auf Feldobstbäume, die auf kräftig wachsende Wildlinge veredelt sind, übertragen darf. Sorten, die sich an Topfobstbäumen als parthenokarp erweisen, brauchen es an Hochstämmen nicht zu sein. Überhaupt ist die Parthenokarpie bei ein und derselben Sorte noch viel mehr als die Selbstbefruchtung von den gerade im Baum herrschenden physiologischen Bedingungen abhängig. Ist der Baum mit organischen Nährstoffen gesättigt, so werden Früchte ohne Befruchtung sowohl wie befruchtete viel reichlicher entstehen, als an Bäumen mit schlechten Ernährungsbedingungen. Gute Witterung während der Zeit des Ansatzes und während des noch zu besprechenden „Junifalls“ helfen in einem Jahr mit, die ohne Befruchtung entstandenen Äpfel und Birnen bis zur Frucht-reife zu bringen, während diese in anderen Jahren mit ungünstigen Witterungseinflüssen abfallen. Ferner ist es, und darauf hat auch schon EWERT hingewiesen, nicht gleichgültig, ob in der Nähe der kernlosen Früchte auch noch kernhaltige haften, oder ob nur kernlose vorhanden sind. Wie wir später sehen werden, sind kernhaltige und besonders kernreiche Früchte besser imstande, die Nährstoffe an sich zu ziehen, als Jungferfrüchte, die daher bei Konkurrenz wesentlich im Nachteil sind. Wenn allerdings EWERT diese Korrelation auf den ganzen Baum bezieht, so ist dies zu weit gegangen, da, wie wir schon mehrfach gesehen haben, die einzelnen Äste und sogar die einzelnen größeren Zweige eines Astes weitgehend selbständig sind. Bei Untersuchungen über Parthenokarpie ist immerhin, wie bei allen Versuchen über Fruchtbildung, darauf zu achten, daß sämtliche Blüten eines Astes in gleicher Weise behandelt werden, vielleicht unter Auspflücken eines bestimmten Prozentsatzes derselben.

Es wurde in den letzten Abschnitten schon mehrfach darauf hingewiesen, daß es infolge der oft nicht hinreichenden Versuchsanstellungen und Versuchsauswertungen meist nicht möglich ist, zu entscheiden, ob eine in die Versuche einbezogene Sorte Selbstbefruchtung aufweist, oder ob sie bloß parthenokarp ist. Der Grad der Parthenokarpie wird oft von den verschiedenen Forschern für ein und dieselbe Sorte ganz verschieden angegeben, was, wie wir eben gesehen haben, auf die ungleichen physiologischen Zustände der Versuchsbäume zurückzuführen ist. Es ist nicht leicht, sich einen Begriff von der *Bedeutung der Parthenokarpie* für den praktischen Obstbau zu bilden. Wenn die Blüten von Bäumen jahrelang aus irgendwelchen Gründen nicht befruchtet werden können, so müssen sich die durch den Ausfall der Fruchtbildung eingesparten

Reservestoffe anhäufen, so daß in solchen Bäumen die Fähigkeit, Früchte auszureifen, immer größer wird. Wenn nun in den betreffenden Sorten eine Neigung zu Parthenokarpie vorhanden ist, so wird die Bildung von Jungfernfrüchten durch den erwähnten physiologischen Zustand der Bäume gefördert. Auch die Befruchtung nur einzelner Samenanlagen ermöglicht aus demselben Grunde bei solchen Bäumen das Ausreifen der Früchte eher als bei anderen, die nur über geringe Vorräte an Baustoffen verfügen.

In sortenreinen Pflanzungen muß daher die Neigung zu Jungfernfrüchtigkeit nach und nach zunehmen. Es ist bisher aber kaum ein Fall sichergestellt, in dem auf Grund von Parthenokarpie ein ebenso hoher Fruchtansatz erzielt worden wäre wie nach Bestäubung mit geeignetem sortenfremdem Pollen.

Da der Grad der Jungfernfrüchtigkeit durch den Ernährungszustand des Baumes bedingt ist, müssen wir auch annehmen, daß die Bildung kernloser Früchte in klimatisch begünstigten Obstbaugebieten erleichtert wird. Die Veredelungsunterlage und das Alter der Bäume werden ebenfalls von Bedeutung sein.

Bei den *Apfelsorten* ist wohl die Parthenokarpie nie so ausgeprägt, daß man sich praktisch auf die Fruchtbildung ohne Befruchtung verlassen dürfte. Unter den *Birnsorten* genügt die Jungfernfrüchtigkeit vielleicht etwas häufiger, um befriedigende Erträge zu erzielen. Dies dürfte beispielsweise bei Lebruns Butterbirne, Rihas Kernloser und einigen anderen zutreffen. Eine ganz bedeutende wirtschaftliche Rolle spielt entschieden die Parthenokarpie in den zentral- und ostschweizerischen Mostbirnengebieten. Hier stehen oft ausschließlich, oder fast ausschließlich Sorten nebeneinander, deren Pollen geringwertig ist (KOBEL 1924, 1926). Die Theilersbirne findet sich zudem oft in fast reinem Satz. OSTERWALDER (1915) hat aber gezeigt, daß die in Betracht kommenden Sorten hochgradig jungfernfrüchtig sind, indem er bei Untersuchungen der Früchte hohe Prozentzahlen kernloser fand, so 1909 und 1912 für Schweizer Wasserbirne je 42 %, für Knollbirne 1912 sogar 71 %. Obschon darunter wahrscheinlich eine Anzahl bloß scheinparthenokarper Früchte inbegriffen sind, ist doch die große Bedeutung der Parthenokarpie nicht von der Hand zu weisen. Aber auch hier müssen wir uns die Frage stellen, ob durch Einpflanzen geeigneter Sorten für die Bestäubung die Erträge nicht wesentlich gehoben werden könnten.

In einzelnen Jahrgängen und an Orten mit Frostgefahr zur Blütezeit ist die Parthenokarpie insofern von Vorteil, als die Blüten, deren empfindlichste Teile, die Griffel, erfroren sind, trotzdem Früchte ansetzen können. Über solche Erfahrungen haben beispielsweise WHIPPLE (1912), EWERT (1914) bei der Sorte Fertility und HÖSTERMANN (1913) berichtet.

In der folgenden Liste sind Sorten zusammengestellt, bei denen Jungfernfrüchtigkeit beobachtet wurde. Anspruch auf Vollständigkeit wird nicht erhoben. Ausgesprochen parthenokarpe Sorten sind mit * bezeichnet.

Apfelsorten.

Aldersleber Kalvill	Kanada-Reinette	Peasgoods Goldreinette
Baldwin *	Königlicher Jubiläumsapfel	Prinzessin Luise
Bohnapfel	Lord Derby	Schöner von Pontoise
Cellini *	Lord Suffield	Spencers Kernloser
Charlamowsky	Orléans-Reinette	Weißer Klarapfel
Frass' Sommerkalvill	Parkers Pepping	Weißer Winterkalvill

Birnsorten.

Abbé Fétel	Beurré d'Anjou	Doppelte Philippsbirne
Alexander Lucas	Boscs Flaschenbirne	Esperens Herrenbirne
Amanlis Butterbirne	Clairgeau	(schwach)
André Desportes	Diels Butterbirne	Esperine

Fertility	Kieffer	Nina
Gellerts Butterbirne (schwach)	Knollbirne *	Reinholzbirne
Giffards Butterbirne	König Karl von Württem- berg	Rihas Kernlose *
Gute Graue (schwach)	Köstliche von Charneu (schwach)	Schweizer Wasserbirne
Gute Luise von Avrenches	Lebruns Butterbirne *	Theilersbirne
Hardenponts Winterbut- terbirne	Lübecker Bergamotte	Vereins-Dechantsbirne (schwach)
Herzogin von Angoulême	Marxenbirne	Williams Christbirne (schwach)
Holzfarbene Butterbirne *	Minister Lucius	Winter-Dechantsbirne
Juli-Dechantsbirne	Neue Poiteau	

Überblickt man die bisherigen Untersuchungen über die Jungfernfrüchtigkeit, so kommt man zum Schluß, daß sie namentlich bei den Birnen wirtschaftlich eine bedeutende Rolle spielt. In keinem Fall soll man aber auf Grund von Jungfernfrüchtigkeit eine Sorte in reinem Satz anbauen, da nach Befruchtung mit geeignetem Pollen wohl immer höhere Erträge zu erzielen sind.

Hin und wieder, aber nicht immer (WAITE 1894, OSTERWALDER 1915, TUFTS 1919, EWERT 1928 und andere) sind samenlose Birnen und Äpfel schon äußerlich an ihrer mehr walzenförmigen Gestalt von den samenhaltigen zu unterscheiden (Abb. 51). Bei manchen Apfel- und Birnsorten bleiben die samenlosen Früchte klein und krüppelig und reifen nicht ordentlich aus.

Bei den Steinobstarten ist die Jungfernfrüchtigkeit nur sehr selten und in geringerem Grade zu finden. Einen solchen Fall von sehr schwachem Fruchtansatz ohne Befruchtung hat wohl zuerst EWERT (1909) bei Frühe Maiherzkirsche festgestellt. Ähnliches erwähnt CRANE (1927). CHANDLER (1925) gibt an, daß er bei der Pfirsichsorte Sneed nie samenhaltige Steine gefunden habe. Es handelt sich hier aber wahrscheinlich um ein frühzeitiges Absterben der Keimlinge, wie wir es bei Frühpfirsichen und frühreifenden Kirschenorten oft finden.

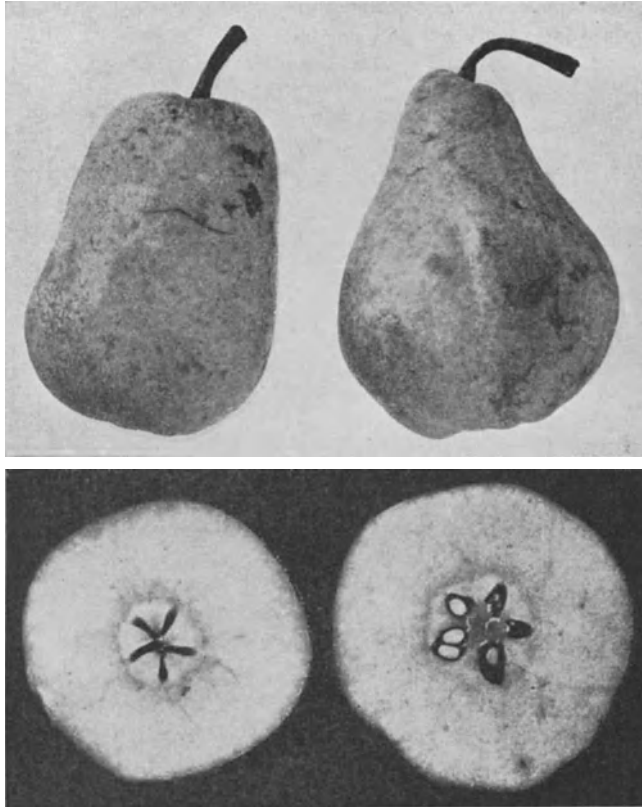


Abb. 51. Die Formverschiedenheit von parthenokarpen und befruchteten Birnen. Links: walzenförmiges, unbefruchtetes Exemplar mit kleinem Kerngehäuse von Williams Christbirne. Rechts: birnförmiges, befruchtetes Exemplar der gleichen Sorte mit größerem Kerngehäuse. (Nach Tufts.)

2. Die Apogamie.

Umschreibung der Apogamie. — Nachweis fakultativer Apogamie bei der Apfelsorte Transparent von Croncels und einem Sämling dieser Sorte. — Nuclearembryonie bei Katalonischem Spilling.

Ähnlich, wie es im Reich der Blütenpflanzen mehrfach vorkommt, daß sich *Früchte* ohne Befruchtung bilden, können gelegentlich auch *Samen* ohne Befruchtung entstehen. Diese Erscheinung wurde früher allgemein als *Parthenogenesis* bezeichnet. In neuerer Zeit sah man aber, daß mit diesem Wort ungleichartige Erscheinungen umfaßt wurden, und es erwies sich als notwendig,

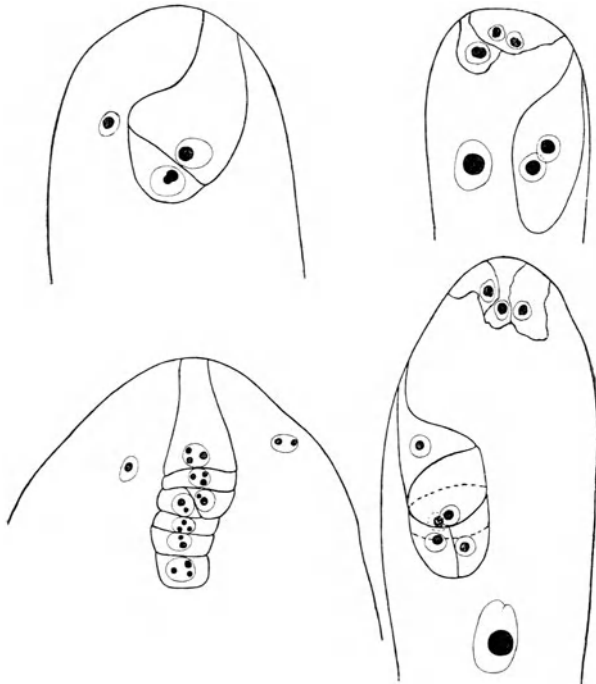


Abb. 52. Apogamie bei Kern- und Steinobstarten. Links: Transparent von Croncels. Oben: die unbefruchtete Eizelle hat sich einmal geteilt, links davon ein Endospermkern. Unten: siebenkerniger Vorkeim aus einer unbefruchteten Eizelle, daneben zwei Endospermkerne. Rechts: Nuclearembryonie in entmannten, unbefruchteten Blüten von Katalonischem Spilling. Oben: der Eiapparat ist noch vorhanden, der Embryosackkern ungeteilt. Daneben hat sich aus der Nucelluswand ein junger zweikerniger Vorkeim gebildet. Seine Kerne sind groß und stark färbbar. Unten: ebenfalls ein geschrumpfter Eiapparat und ungeteilter Embryosackkern; aus der Nucelluswand hat sich ein fünfkerniger Vorkeim gebildet. Nach Mikrotomschnitten. Vergrößerung 1000. Original.

verschiedene Formen der Samenbildung ohne Befruchtung auseinanderzuhalten. Leider sind jetzt zwei verschiedene Fassungen der Begriffe im Gebrauch. WINKLER (1920) faßt als parthenogenetische Entwicklung alle diejenigen Fälle zusammen, bei denen die Eizelle selbst ohne Befruchtung einen Embryo bildet. Dagegen bezeichnet dieser Forscher die Bildung von Embryonen aus anderen als der Eizelle als Apogamie. ERNST (1918) bezeichnet die Bildung von Samen dann als parthenogenetisch, wenn sich der Embryo aus einer Zelle mit der einfachen (haploiden) Chromosomenzahl entwickelt, während er alle diejenigen Fälle von Embryobildung apogam nennt, wo sich der Embryo aus Zellen mit der doppelten (diploiden) Chromosomenzahl bildet. Wir schließen uns im folgenden der Auffassung von ERNST an. Parthenogenesis im Sinne von ERNST ist bis jetzt bei Blütenpflanzen nur vereinzelt nachgewiesen worden, während

Apogamie recht verbreitet ist. ERNST (1918) hat die Hypothese aufgestellt, daß die Ursache der Apogamie in der Bastardierung zu suchen sei. Da unsere Obstsorten wenigstens zum Teil aus Artbastardierungen hervorgegangen sind, lag es nahe, auch bei ihnen nach Apogamie zu suchen. Tatsächlich gelang es dem Verfasser (1926, 1927) nachzuweisen, daß die Apfelsorte Transparent von Croncels Samen auch ohne Befruchtung entwickeln kann. Es wurden Blüten im Knospenstadium entmannt und bis nach Verwelken des Griffels in Leinwandsäcklein eingeschlossen. Eine Befruchtung war also unmöglich. Die meisten Fruchtknoten wurden in jungen Stadien abgenommen und untersucht. Es konnte nachgewiesen werden, daß sich aus den Eizellen Vorkeime entwickelt hatten. Kernteilungsstadien konnten nicht gefunden werden, so daß sich aus

diesen Versuchen allein nicht zwischen Parthenogenesis und Apogamie unterscheiden ließe. Nun existieren aber in der Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil vier Sämlinge von Transparent von Croncels, die sich von der Muttersorte nicht unterscheiden lassen, von denen also angesichts der sonst völlig mangelnden Samenkonstanz der Apfelsorten anzunehmen ist, daß sie apogam entstanden sind. Daß sie nicht parthenogenetisch gebildet wurden, geht daraus hervor, daß sie alle die normale diploide Chromosomenzahl besitzen, gleichwie die mit ihnen identische Muttersorte. Da seinerzeit keine günstigen Versuchsbäume der Sorte Transparent von Croncels selbst zur Verfügung standen, wurden die Versuche an einem dieser identischen Sämlinge durchgeführt, der natürlich ebenso apogam sein muß wie die Mutterpflanze, da er ja eigentlich aus dieser auf ungeschlechtlichem Wege hervorgegangen ist.

Von den sich in dem angeführten Versuch entwickelnden Früchten wurden nur wenige am Baum gelassen. Es reifte eine einzige aus. Sie enthielt fünf wohl ausgebildete und zwei taube Samen, sowie drei unentwickelte Samenanlagen. Dieselbe Beobachtung wurde im Jahr 1927 bei einem Bastard von Transparent von Croncels mit Weißer Astrachan gemacht. Auch hier entwickelten sich samenhaltige Früchte ohne Befruchtung aus entmannten eingeschlossenen Blüten, deren Samen teils normal, teils hohl waren. Die Samenzahl war immer eine geringe. Aus diesem Befund ergibt sich, daß die Neigung zu Apogamie vererbbar ist.

Es ist anzunehmen, daß die doppelte Chromosomenzahl der Eizellen dadurch zustande kommt, daß die Reduktionsteilung in der Samenanlage ausbleibt. Neben der Bildung diploider Eizellen muß aber bei Transparent von Croncels auch diejenige haploider Eizellen vorkommen, denn die erwähnte Versuchsanstalt besitzt eine Anzahl Bastarde zwischen Croncels und Weißer Astrachan, die mit der Muttersorte Croncels nicht identisch sind, also wohl auf eine Befruchtung zurückgehen. Sieben der acht vorhandenen Bastarde wurden cytologisch untersucht. Sie besitzen alle, wie die beiden Elternsorten, die normale Chromosomenzahl (diploid 34), sind also aus Eizellen mit 17 Chromosomen hervorgegangen. Damit ist erwiesen, daß die vom Verfasser aufgefundene Apogamie nicht eine obligate, sondern bloß eine fakultative ist. Wir dürfen annehmen, daß sie bei den beiden Apfelsorten nur eine Ausnahmerecheinung ist, und daß nur gelegentlich diploide Eizellen entstehen. Es ist zu vermuten, daß auch bei anderen Sorten gelegentlich apogame Samenbildung vorkommt. Wir haben bei einer anderen Gelegenheit gesehen, daß die Bildung diploider *männlicher* Geschlechtszellen sowohl bei Kern-, als besonders auch bei Steinobst sehr häufig ist. Ob die analoge Bildung *weiblicher* Geschlechtszellen ebenso verbreitet ist, weiß man noch nicht.

Die praktisch wertvollen Konsequenzen einer genügend starken Apogamie wären die Unabhängigkeit der Fruchtbildung von der Befruchtung durch sortenfremden Blütenstaub (gleichwie bei Selbstbestäubung und Parthenokarpie) und die Samenkonstanz. Sie würde ermöglichen, zu gleichmäßigem Unterlagmaterial für die Veredlung zu gelangen. Bei den beiden untersuchten Sorten lassen sich diese Konsequenzen nicht ausnutzen, da der Grad dieser fakultativen Apogamie viel zu gering ist. Doch erscheint es nicht ausgeschlossen, auf züchterischem Wege obligat-apogame Sorten zu erhalten.

In unbefruchteten Samenanlagen aus Blüten von Katalonischem Spilling, die am 29. April 1927 entmannt und in Leinwandsäcklein eingeschlossen wurden, fand der Verfasser am 7. Mai mehrfach junge Vorkeime (Abb. 52), die nicht aus der Eizelle, sondern aus Zellen der Nucelluswand hervorgegangen waren. Die Eiapparate waren in allen Fällen geschrumpft, aber noch deutlich erkennbar.

Es handelt sich also um ein Vorkommen von Nucellarembryonie. Ob sich diese Vorkeime zu lebensfähigen Embryonen zu entwickeln vermögen, ist noch nicht aufgeklärt. Der Umstand, daß in keinem Fall eine Endosperm bildung beobachtet wurde, scheint eher dagegen zu sprechen.

D. Die Entwicklung der Frucht.

1. Das vorzeitige Abfallen der Früchte.

a) Allgemeines.

Perioden des Abfallens. — Zusammenhänge zwischen dem Abfallen von Blüten und dem Junifall. — Ursachen des Abfallens.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß ein großer Prozentsatz der Blüten und jungen Früchte nicht zur Weiterentwicklung gelangt und vorzeitig abfällt. Diese Erscheinung ist uns so geläufig, daß wir ihr gewöhnlich keine Beachtung schenken. Oft ist aber die Menge der in Jugendstadien abfallenden Früchte so groß, daß empfindliche Ernteauffälle entstehen. DORSEY (1919), der die Erscheinung bei Pflaumen eingehend untersucht hat, unterscheidet drei Perioden des Abfallens: eine erste während oder kurz nach der Blütezeit, eine zweite etwa 14 Tage nach der Blüte und eine dritte noch einmal 14 Tage später. HEINICKE (1917, 1918, 1919, 1923) unterscheidet dagegen bei Apfel- und Birnsorten nur zwei solche Fallperioden, wobei sich die erste auf die Zeit während und kurz nach der Blüte erstreckt und den zwei ersten Perioden von DORSEY entspricht, wogegen die zweite, die der dritten Periode DORSEYS entspricht, in der Umgebung von New York erst im Juni oder anfangs Juli auftritt. Diese zweite Fallperiode, die ich entsprechend dem „June drop“ der Amerikaner als Junifall bezeichne, ist eine ebenso auffällige als allgemein bekannte Erscheinung. Die Praktiker sprechen gelegentlich vom „Putzen des Baumes“. Hin und wieder wird die Erscheinung auch als „Scheiden“ bezeichnet. Mit der Untersuchung dieses oft massenhaften Abfallens junger Früchte haben sich bereits MÜLLER-THURGAU (1898 usw.), OSTERWALDER (1907, 1909, 1910, 1919) und andere eingehend beschäftigt.

Sowohl beim Junifall als auch beim Abfallen in früheren Entwicklungsstadien wird eine eigentliche Ablösungsschicht gebildet, ähnlich, wie etwa beim herbstillen Blattfall. Es entsteht eine Schicht dünnwandiges Gewebe, das infolge des geringen Zusammenhanges der einzelnen Zellen den mechanischen Einflüssen sehr wenig Widerstand entgegengesetzt, so daß zwischen diesen hindurch eine Ablösung stattfindet. Der am Zweiglein zurückbleibende Stumpf verheilt durch Korkbildung.

Die Ablösungsschicht entsteht bei den Kernobstarten gewöhnlich an der Ansatzstelle zwischen Fruchtstiel und Zweiglein. Meist sind die Stellen, an denen abgefallene Blüten und Früchte saßen, noch im Herbst, manchmal sogar noch in späteren Jahren sichtbar. Oft bildet sich aber, wie HEINICKE nachweist, nachdem alle Blüten oder Früchte abgefallen sind, einige Millimeter hinter der Gruppe der Ablösungsnarben eines Blütenbüschels eine neue Ablösungsschicht. Das äußerste Ende des Zweigleins kann dann ebenfalls abgestoßen werden. Diese Ablösung soll sich besonders in feuchten Jahren und in feuchten Gegenden vollziehen, während das Stücklein in trockener Umgebung vor der Ausbildung der neuen Trennungsschicht eintrocknet. Bei der dritten Fallperiode der Pflaumen vollzieht sich nach DORSEY (1919) die Ablösung nicht am Ansatz des Fruchtstieles am Zweiglein, sondern, wie bei reifen Pflaumen, zwischen Stiel und Frucht, so daß der Stiel, wenigstens eine Zeitlang, am Baume hängen bleibt.

HEINICKE (1917) zeigte, daß bei Apfelsorten das Abfallen in ganz jungen Stadien zum Junifall in der Weise in Beziehung steht, daß letzterer um so größer wird, je weniger junge Stadien abgefallen waren. Dies geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

Tabelle 29. Zusammenhang zwischen dem Abfallen von Blüten und Junifall nach HEINICKE.

Sorte	Zahl der beobachteten Blüten	Abgefallen	Abgefallen	Ansatz
		1. Periode %	Junifall %	%
Westfield	281	2,5	80,8	16,7
Maiden Blush	281	32,0	44,8	23,1
Tompkins King	557	74,7	6,8	18,5
Fallawater	252	76,2	4,0	19,8
Rhode Island Greening	154	75,3	5,2	19,5
Baldwin	258	78,7	3,5	17,8

Diese Zusammenstellung erweckt den Eindruck, daß der Junifall das wichtige Korrektiv für den Fruchtansatz darstelle. Man hat die Ursachen des Abfallens reichlich besprochen. Ein Teil der Forscher führte es auf mangelhafte Befruchtung, ein anderer auf mangelhafte Ernährung zurück. MÜLLER-THURGAU (1910) und OSTERWALDER (1915) beobachteten sowohl befruchtete, als auch unbefruchtete abgestoßene Früchtlein. HEINICKE (1917) und DORSEY (1919) finden die kurze Zeit nach dem Blühet abgefallenen Anlagen unbefruchtet. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir sowohl der Befruchtung, als auch der Ernährung der Anlagen Bedeutung beimessen. Und zwar dürften in der ersten Fallperiode vornehmlich die unbefruchteten abgestoßen werden, zur Zeit des Junifalles dagegen vornehmlich befruchtete. Wenn aber die Befruchtung eine sehr geringe war, so können sich auch bei nicht parthenokarpen Apfel- und Birnsorten und sogar bei Steinobstformen die unbefruchteten Anlagen bis zur Zeit des Junifalles am Baume weiter entwickeln, um aber nach und nach einzuschumpfen. Der Junifall stellt die wichtige *Krisenperiode* dar, in der durch den Ernährungszustand des Baumes und seiner einzelnen Zweige entschieden wird, welche Ansätze weiter entwickelt werden können und welche abzustoßen sind. Wir wollen deshalb im folgenden Abschnitt die wichtige Erscheinung des Junifalles etwas eingehender besprechen.

b) Der Junifall.

α) *Mangelhafte Befruchtung und Junifall.*

Kernzahl und Junifall beim Kernobst. — Bildung tauber Samen und Junifall.

Obschon sich das Fehlen der Befruchtung zur *Hauptsache* bereits in der ersten Fallperiode auswirkt, müssen wir auch die Zusammenhänge zwischen Befruchtung und Junifall besprechen. Bei den Kernobstarten können wir nämlich nicht zwischen befruchteten und unbefruchteten Früchten schlechthin unterscheiden. Je nach der Zahl der Eizellen einer Blüte, die sich mit einem männlichen Geschlechtskern vereinigen, müssen wir auch eine *bessere* oder *geringere* Befruchtung in Betracht ziehen. MORRIS (1920) glaubte denn auch, den Junifall auf mangelhafte Befruchtung zurückführen zu können. HEINICKE hat die Zusammenhänge eingehender verfolgt und nachgewiesen, daß die kernreicheren jungen Früchte größer, also offenbar besser ernährt sind als die kernarmen. Indem er die Samenzahl der zur Zeit des Junifalles sich eben lösenden Früchtlein mit derjenigen der am Baume feststehenden verglich, kam er bei Gegenüberstellung von ungefähr gleich starken Fruchtzweigen zu der in Tabelle 30 gegebenen Zusammenstellung.

Tabelle 30. Zusammenhänge zwischen dem Grad der Befruchtung und der Neigung zum Abfallen junger Früchte nach HEINICKE.

Sorte	Abgefallene Früchte		Bleibende Früchte	
	Zahl der beobachteten Früchte	Durchschnittliche Samenzahl	Zahl der beobachteten Früchte	Durchschnittliche Samenzahl
Baldwin	48	3,38	47	4,47
Rhode Island Greening	66	3,51	29	6,43
Maiden Blush	65	3,94	66	6,28

Die Kernzahl war also bei allen drei untersuchten Sorten in den abgefallenen Früchten durchschnittlich erheblich geringer, oder umgekehrt: geringe Befruchtung gewährleistet unter gegebenen Bedingungen ein geringeres Haftungsvermögen der Fruchtsätze am Baum als gute Befruchtung. Auch SAX (1921) fand bei Vergleich von Fruchtpaaren am gleichen Fruchtweig, von denen das eine Fruchtlein im Begriff war, abzufallen, bei den abgestoßenen weniger Samen als bei den verbleibenden.

Mangelhafte Befruchtung kann bei unseren Kernobstarten auch eintreten, wenn bei triploiden Sorten Embryonen mit abnormen Chromosomenverhältnissen entstehen. Sie sind, wie an einer anderen Stelle eingehend ausgeführt wurde, vermindert lebensfähig. Wenn daher beispielsweise in einer Apfelblüte mit zehn Samenanlagen sechs befruchtet werden, so brauchen nicht sechs ausgewachsene Samen zu entstehen, sondern vielleicht nur ein bis zwei, während die Embryonen der anderen frühzeitig zugrunde gehen. Der Wert der Befruchtung wird dadurch naturgemäß vermindert. Man kann aber, wie KOBEL (z. B. 1927) mehrfach ausgeführt hat, nicht ohne weiteres behaupten, daß solche Sorten vermindert fruchtbar seien. Die meisten neigen mehr oder weniger zu Parthenokarpie, so daß auch ein geringerer Grad von Befruchtung für das Haftbleiben genügt. Dagegen hat HOWLETT (1927) neuerdings gerade bei schlechtpolligen, also wahrscheinlich abnorm chromosomigen Apfelsorten, wie Stayman Winesap, Rhode Island Greening und anderen, über häufiges Abstoßen der mit gutem Pollen bestäubten Blüten berichtet.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die faktoriell bedingte Bildung tauber Samen hingewiesen, wie wir sie in der Kombination Weißer Klarapfel \times Transparent von Croncels gefunden haben. Wenn die Befruchtung stattgefunden hat, aber sich die Embryonen nicht als lebensfähig erweisen, so müssen die jungen Früchte der Krisenperiode des Junifalles zum Opfer fallen.

Bei den Steinobstarten, die nur eine befruchtungsfähige Samenanlage je Blüte enthalten, können naturgemäß nicht verschiedene Grade der Befruchtung unterschieden werden. Wenn dagegen infolge von faktoriell bedingter Zygotensterilität taube Samen gebildet werden, so muß sich dies ebenfalls zur Zeit des Junifalles bemerkbar machen. DORSEY (1919) hat in Steinobstfrüchtchen, die in der dritten Fallperiode abgestoßen wurden, lebensunfähige Embryonen gefunden. Doch kann nicht entschieden werden, ob hier erbliche Bedingtheit oder mangelhafte Ernährung vorliegt. BARK (1920) möchte das Abfallen junger Pflaumen auf Phosphormangel zurückführen, während DETJEN (1925) an erbliche Bedingtheit glaubt.

β) Zweigstärke und Junifall.

Sicherer Fruchtsatz an stärkerem Fruchtholz. — Winterschnitt als Mittel, um den Fruchtsatz zu verbessern.

Es ist wieder das Verdienst HEINICKES, nachgewiesen zu haben, daß bei gleicher Kernzahl die Früchte an stärkeren Zweigen mehr Aussicht haben, am

Baume zu verbleiben, als diejenigen an schwachen Zweigen. Andererseits können an stärkeren Zweigen Früchte mit weniger hohen Kernzahlen den Junifall besser überstehen als an schwächeren. Von 595 Fruchtzweigen, die ansetzten, war das mittlere Gewicht 2,55 g, während dasjenige von 760 Fruchtzweigen desselben Baumes, deren Früchte abfielen, nur 1,50 g betrug. Auch setzten die Fruchtzweige mit größeren Blütenzahlen und diejenigen mit dem stärkeren Wachstum im Vorjahr besser an als diejenigen mit geringeren Blütenzahlen und geringem Zuwachs. Wir dürfen uns wohl mit HEINICKE einverstanden erklären, wenn er die größere Blütenzahl, das bedeutendere Wachstum und das höhere Gewicht als Ausdruck der „Stärke“ der betreffenden Zweige annimmt. Es setzten ebenfalls diejenigen Zweige am besten an, die das bessere Wachstum der aus den Seitenknospen entstehenden Zweige aufwiesen.

In den gleichen Zusammenhang gehört die Beobachtung von HOWLETT (1926), daß die zentralen Blüten des Blütenbüschels bei Apfelbäumen am besten ansetzen. Sie sind gewöhnlich kräftiger als die seitlichen.

Wir müßten demnach bei unseren Kulturmethoden danach trachten, die Stärke der Fruchtzweige und Fruchtspieße zu fördern. HEINICKE hat diese Konsequenz tatsächlich gezogen. Weil nun ein Rückschnitt kurz vor der Blüte die seitlichen Triebe in ihrem Wachstum fördert, so schloß er auf die Möglichkeit einer gleichzeitigen Förderung des Ansatzes. So erhielt er von 50 Fruchtzweigen an Ästen, die kurz vor der Blüte geschnitten worden waren, einen Ansatz von 37,4% und zugleich einen Zuwachs aus den Seitenknospen von durchschnittlich 2,68 g, während die 50 Kontrollzweige an nicht geschnittenen Ästen nur zu 20% ansetzten und das Wachstum aus den Seitenknospen im Mittel nur 1,9 g betrug. ROBERTS (1925) hat die Angaben HEINICKES bestätigt, indem er bei einem MacIntosh-Apfelbaum ebenfalls durch einen Rückschnitt kurz vor der Blüte einen erheblich höheren Ansatz erhielt.

Auch GRUBB (1922) hat in eingehenden Versuchen nachgewiesen, daß an geschnittenen Bäumen der relative Fruchtansatz meist bedeutend höher ist als an entsprechenden ungeschnittenen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind für die Bewertung des Winterschnittes von größter Bedeutung, und wir gehen wohl nicht fehl mit der Annahme, daß hierin die wichtigste Rechtfertigung für den Schnitt von schwachwüchsigen Gartenobstbäumen liegt.

γ) Wasserversorgung und Junifall.

Wasserentzug der Blätter aus den Früchten bei Wasserknappheit. — Abfallen junger Früchte bei Wassermangel.

Es ist eine alte Erfahrungstatsache, daß die Gefahr des Abfallens junger Früchte bei Trockenperioden im Vorsommer größer ist, als bei mäßig feuchter Witterung. Wie wir schon früher sahen, verfügen die Blätter über eine bedeutend höhere Saugkraft als die Früchte, so daß bei eintretendem Wassermangel die Blätter den Früchten Wasser zu entziehen vermögen. HEINICKE (1923) hat auch durch Versuche nachgewiesen, daß eine Unterbindung der Wasserzufuhr das Abfallen der jungen Früchte verursacht. Er hat zu diesem Zweck an Ästen sorgfältige Ringelungen ausgeführt. Nach vorsichtigem Hinausnehmen des Rindenringes wurde das Holz an seiner Stelle ringsherum eingesägt und dann der Rindenring wieder sorgfältig an seine Stelle gebracht. Er verheilte so rasch, daß HEINICKE glaubt, eine bedeutende Hemmung der Stickstoffzufuhr sei nicht eingetreten. An allen eingesägten Ästen fielen die Früchte zum größten Teil ab. Da die Transpiration zur Zeit der Blüte und kurz nachher besonders groß sein soll, und die Organe leichter zum Welken kommen als im Sommer, spielt wahrscheinlich die Frage der Wasserversorgung auch in recht feuchten Böden für den

Fruchtansatz eine ganz erhebliche Rolle. Eine Untersuchung dieser Frage an Topfobstbäumen mit variabler Wasserversorgung wäre sehr wertvoll. Wenn HOWLETT (1923) angibt, daß junge Früchte, die im Begriffe waren, abzufallen, viel weniger Wasser enthielten als die am Baum verbleibenden, so kann ich dies allerdings nicht als Ursache des Abfallens, sondern als Folge desselben auffassen, da durch die Bildung der Ablösungsschicht die Wasserversorgung gestört wird.

Im Gegensatz zu HEINICKE findet DETJEN (1925), daß reichlicher Regen und starke Taubildung das Ablösen junger Früchte zur Zeit des Junifalles viel mehr fördere als trockenes Wetter. Auf was für Ursachen diese scheinbar im Widerspruch zu allen andern Angaben stehende Beobachtung beruht, kann ohne weitere Untersuchung nicht mit Sicherheit angegeben werden. Man könnte annehmen, daß die durch die feuchte Luft gehemmte Transpiration die Versorgung mit Mineralstoffen beeinträchtigt.

d) *Versorgung mit mineralischen Stoffen und Junifall.*

Stickstoffzufuhr und Fruchtansatz. — Gefahren der Überdüngung mit Stickstoff. — Versorgung mit Phosphorsäure und Kali und Fruchtansatz.

Am eingehendsten von allen mineralischen Nährstoffen ist, ähnlich wie in der Frage der Blütenknospenbildung, der Stickstoff in seiner Wirkung auf den Fruchtansatz untersucht. Als grundlegende Arbeit kann auch in dieser Beziehung diejenige von KRAUS und KRAYBILL (1918) betrachtet werden. Die beiden Versuchsansteller fanden, daß Tomaten sowohl bei sehr armer, als auch bei sehr reicher Stickstoffversorgung ihre Früchte fallen ließen. Die zu reiche Stickstoffgabe wirkte sich nur in vegetativem Wachstum aus. Es gibt also für die Tomatenpflanze bei im übrigen gegebenen Bedingungen für den Fruchtansatz ein Stickstoffoptimum. LEWIS und BROWN (1917) hatten schon vorher beobachtet, daß bei Esopus-Apfelbäumen, die infolge Stickstoffarmut des Bodens nur sehr kärglich wuchsen, eine Stickstoffgabe zwei Wochen vor dem Blühen den Fruchtansatz gehörig vermehrte. REIMER (LEWIS, REIMER und BROWN 1920) bestätigte diese Angabe bei derselben Apfelsorte, wie auch bei Birnbäumen der Sorte Winter Nelis. BALLOU (1920), HOOKER (1922) und ROBERTS (1925) erhielten mit Apfelbäumen ähnliche Versuchsergebnisse. So erzielte HOOKER mit drei verschiedenen Stickstoffdüngern in ausgedehnten Versuchen mit der Sorte York bei gedüngten Bäumen durchschnittlich 32% Ansatz, an den unbehandelten Kontrollbäumen nur 24%.

Es fragt sich nun, ob die Stickstoffgabe, die am zweckmäßigsten in Form des leicht aufnehmbaren Chilesalpeters verabfolgt wird, so hoch sein könne, daß sie, ähnlich wie bei den Tomaten in den Versuchen von KRAUS und KRAYBILL (1918), den Ansatz wieder vermindere. Diese Gefahr ist anscheinend gering, denn HEINICKE (1923) hat 12jährigen Apfelbäumen, die in stickstoffreichem Boden standen, nicht weniger als 11 kg Natronsalpeter verabfolgt, ohne daß durch diese extreme Überdüngung der Fruchtansatz vermindert worden wäre.

HOWLETT (1923) hat nachgewiesen, daß die zur Zeit des Junifalles abgeworfenen Apfelfrüchtlein nur 3% Stickstoff, bezogen auf das Trockengewicht, enthielten, die am Baume verbleibenden dagegen 4%. MÜLLER-THURGAU fand am 14. Juni 1914 in abfallenden Früchtlein der Apfelsorte Lord Grosvenor, verglichen mit am Baume haftenden, die in Tabelle 31 angeführten Werte.

Für das Verständnis dieser auffälligen Wirkung des Stickstoffes für den Fruchtansatz ist darauf hinzuweisen, daß die eiweiß- und daher stickstoffreichen Samen sich schon sehr bald nach der Befruchtung entwickeln, so daß schon aus diesem Grund ein verhältnismäßig hoher Stickstoffbedarf entstehen muß, dies um so mehr, als die Samen in dieser Zeit noch einen verhältnismäßig großen

Tabelle 31. Stickstoffgehalt in abfallenden und am Baume verbleibenden jungen Früchten nach MÜLLER-THURGAU. Prozente bezogen auf das Frischgewicht:

	Sich lösende Früchte	Sich nicht lösende Früchte
Stickstoff löslich	0,048 %	0,056 0/0
Stickstoff unlöslich	0,145 %	0,157 %
Stickstoff löslich in 100 Früchten	0,055 g	0,155 g
Stickstoff unlöslich in 100 Früchten	0,161 g	0,426 g

Teil des Gesamtgewichtes ausmachen und auch viel Stickstoff für das Triebwachstum verbraucht wird.

Die Stickstoffdüngung mit Salpeter kurze Zeit vor dem Aufblühen dürfte besonders auch in unseren Feldobstbaugebieten, wo die Obstbäume im Rasen stehen, von großer Bedeutung sein. Wenn auch scheinbar mit der Gülle an vielen Orten große Stickstoffmengen verabfolgt werden, so kommen diese doch zur Hauptsache dem Graswuchs zugute, um so mehr, als der Ammoniakstickstoff in den obersten Schichten unserer meist schweren Böden festgehalten wird. Es ist daher sehr wohl denkbar, daß Obstbäume in Wiesen, deren Futterbestand sogar Stickstoffüberdüngung zeigt, an Stickstoff Mangel leiden. Angesichts der unbestreitbaren Erfolge, die man anderswo mit dieser Art der Düngung erreicht hat, glauben wir, daß dieser Frage auch bei uns große Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Wir wollen aber nicht versäumen, auf die Gefahren hinzuweisen, die eine solche frühjährliche Düngung birgt. Durch den Stickstoff könnte, wenn er reichlich verabfolgt wird, der Baum veranlaßt werden, ein allzu starkes vegetatives Wachstum zu beginnen, so daß im Juli ein geringer Blütenknospenansatz entstehen würde; denn zu dieser Zeit muß die verabfolgte Stickstoffgabe bereits zum größten Teil vom Baum umgesetzt sein. Diese frühjährliche Stickstoffdüngung kann daher auch leicht zu der Erscheinung des abwechselnden Tragens führen, auf deren Nachteile wir bereits in einem früheren Abschnitt nachdrücklich hingewiesen haben. Denn wenn der Fruchtansatz ein großer und dazu noch der Stickstoffgehalt des Baumes zur Zeit der Blütenknospenanlage ein hoher ist, können, wie wir ausführlich beschrieben haben, keine oder nur sehr wenige Blüten gebildet werden. Auch HOOKER hat mehrfach auf diese Gefahr hingewiesen.

Trotz diesen Gefahren ist damit zu rechnen, daß der Stickstoffbedarf zur Zeit des Fruchtansatzes wesentlich größer ist als im Juli zur Zeit der Blütenanlage. Darin ist wohl auch die wesentliche Ursache für die Erscheinung zu suchen, daß Bäume oft alljährlich außerordentlich reich blühen, aber gar keine oder doch nur sehr spärliche Mengen von Früchten entwickeln, vorausgesetzt, daß die Ursache nicht in einer mangelhaften Befruchtung liegen kann. Gerade bei solchen Bäumen ist daher diese Frühjahrsdüngung mit Salpeter in erster Linie zu empfehlen. Sie kann ferner auch in Frühjahren von Bedeutung sein, wo infolge spärlicher Blütenknospenansätze ein geringes Obstjahr in Aussicht steht. Durch diese Düngung könnte ein möglichst hoher Ansatz und ein Ausgleich im Ertrag noch erzielt werden, vorausgesetzt, daß nicht Fröste, Hagelschlag und andere Naturkräfte auch die besten Kulturmaßnahmen nutzlos machen.

Eine allgemeine Gefahr der Stickstoffdüngung im Frühjahr liegt in der Überdüngung mit diesem Dünger überhaupt. Es wurde schon von verschiedener Seite darauf hingewiesen, daß sie in ungünstiger Weise auf die Zusammensetzung der Früchte einwirkt, sei es, daß diese wässriger und infolge des lockeren Fleisches weniger haltbar werden, sei es, daß bittere Stippflecken entstehen. Auf diese

Gefahren hat besonders HUBER (1913) nachdrücklich hingewiesen. Genaue Versuche, die sie mit Sicherheit bestätigen und ihre Grenzen umschreiben könnten, liegen allerdings nicht vor. Sicher ist nur, daß an Bäumen, die reichlich mit Stickstoff versorgt werden und ein üppiges Blattwerk zu bilden vermögen, die Früchte weniger gut gefärbt sind, als an weniger dicht belaubten.

Wie wir im vorigen Abschnitt sahen, hat sich aus den Untersuchungen HEINICKES und anderer ergeben, daß ein Rückschnitt vor dem Blühen den Fruchtansatz vermehrt. Wir halten es für sehr wohl möglich, daß die tiefere Ursache für diese Erscheinung darin liegt, daß die Stickstoffvorräte des Baumes nun einer kleineren Menge wachsenden Gewebes zur Verfügung stehen, wodurch den Blüten und jungen Früchten eine relative Erhöhung der Stickstoffzufuhr zugute kommt. Ähnliches gilt natürlich auch für alle anderen Reservestoffe.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß zwischen Phosphorvorrat und Fruchtansatz und zwischen Kalivorrat und Fruchtansatz ähnliche Beziehungen vorhanden sind, wie zwischen Stickstoffvorrat und Fruchtansatz, um so mehr, als HOOKER in Fruchtspießen, die im Begriff waren, Früchte anzusetzen, ein auffallendes Phosphor- und Kalimaximum auffand. Experimentelle Ergebnisse liegen meines Wissens nicht vor. In beiden Fällen, besonders aber mit der Phosphorsäure, die in unseren Gärtenwirtschaftsgebieten recht häufig in verhältnismäßig geringer Menge vorhanden sein dürfte, läßt sich aber viel eher auf Vorrat düngen, und ein Überfluß im Boden scheint nicht in so gefährlicher Weise für die Blütenknospenbildung und die Qualität der sich entwickelnden Früchte nachteilig zu sein, wie ein allzu reichlicher Gehalt des Bodens an leicht aufnehmbarem Stickstoff.

e) *Versorgung mit organischen Stoffen und Junifall.*

Erhöhung des Fruchtansatzes durch Ringelung. — Untersuchung des Zuckergehaltes in abfallenden Früchten.

MÜLLER-THURGAU (1898, 1910) hat wohl als erster gezeigt, daß man durch Ringeln der Tragschosse der Reben 14 Tage vor dem Aufblühen den Fruchtansatz beträchtlich erhöhen kann, und daß insbesondere auch der Ansatz von parthenokarp entstehenden Kleinbeeren ein größerer wird. Es ist eine recht bekannte Tatsache, daß ähnliche Erfolge auch bei Apfel- und Birnbäumen zu erzielen sind, und HEINICKE (1923) hat sie sowohl bei Bäumen, denen ein reichlicher Stickstoffgehalt zur Verfügung stand, als auch bei solchen, die in magerem Boden wuchsen, bestätigt.

MÜLLER-THURGAU hat die Ansicht geäußert, daß diese Vermehrung des Ansatzes auf eine durch die Ringelung erfolgte Stauung der Kohlehydrate zurückzuführen sei. In der Tat hat er in den geringelten Schossen höhere Zucker- und Stärkemengen gefunden, als in entsprechenden nicht geringelten Kontrollzweigen. HEINICKE glaubt, daß die Vermehrung des Ansatzes auf einer Hemmung des Aufwärtstransportes des Stickstoffs und damit auf einer Erhöhung des Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnisses beruhe. Diese Ansicht kann aber, wie wir sehen werden, nicht den Tatsachen entsprechen.

Untersuchungen über den Zuckergehalt abfallender Früchte stehen nicht gerade reichlich zur Verfügung. MÜLLER-THURGAU (MÜLLER-THURGAU und KOBEL 1928) fand am 14. Juni in solchen der Sorte Grosvenor im Vergleich zu den am Baum verbleibenden die in Tabelle 32 angegebenen Zahlen.

Der Unterschied war also nur beträchtlich, wenn man die absolut enthaltene Menge in Betracht zieht, nicht aber, wenn man bloß den prozentualen Gehalt berücksichtigt. HOWLETT (1923) hat in abfallenden Früchten sogar einen größeren Gehalt an reduzierendem Zucker gefunden als in den am Baum

Tabelle 32. Zuckergehalt in abfallenden und am Baume verbleibenden Fruchtansätzen nach MÜLLER-THURGAU.

Zuckergehalt	Sich lösende Früchte	Sich nicht lösende Früchte
Reduzierender in % des Frischgewichtes	1,15	1,25
Nicht reduzierender in % des Frischgewichtes .	1,16	1,17
Reduzierender in 100 Früchten	1,29 g	3,41 g
Nicht reduzierender in 100 Früchten	1,31 g	3,19 g

verbleibenden, ohne daß bei diesen ein Ersatz in Form von Rohrzucker zu finden gewesen wäre.

MURNEEK (in HARVEY und MURNEEK 1921) hat sodann die weitere auffällige Tatsache gefunden, daß in den jungen Früchten an früh entblätternen Zweigen die gleiche Menge von löslichen Zuckern enthalten ist, wie in denjenigen an nicht entblätternen, und daß sogar die Menge der hydrolysierbaren Kohlehydrate erhöht war. Dagegen nahm der Totalstickstoffgehalt nach der Entblättern ab. Da aber der Fruchtansatz infolge der Entblättern abnahm, kommen wir zum nicht erwarteten Ergebnis, daß bei den Obstbäumen nicht, wie oft angenommen wird, der Kohlehydratgehalt in erster Linie über den Fruchtansatz entscheidet, sondern der Stickstoffgehalt. Auf diese Weise werden uns auch die Erfolge mit der Stickstoffdüngung kurz vor der Blütezeit begreiflich. Es ist allerdings unwahrscheinlich, daß eine Verminderung der Kohlehydrate von Vorteil wäre, sondern sie dürfte eher nachteilig wirken. Ich vermag daher nicht die Vergrößerung des Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnisses als Ursache eines besseren Ansatzes anzunehmen, sondern die Erhöhung des Stickstoffgehaltes an und für sich. Mit dieser Annahme würden auch die Ergebnisse der eingangs erwähnten Ringelungsversuche mit Reben übereinstimmen; denn zur Zeit der Ringelung sind die Blätter hier schon assimilationsfähig oder werden es wenigstens, wenn der Ringelschnitt wirksam wird. Es kann also bereits eine Anhäufung von Kohlehydraten stattfinden, die allerdings infolge des starken Wachstums zu dieser Zeit nur gering zu sein braucht.

2. Die Entwicklung der Früchte bis zur Baumreife.

a) Der Vorgang des Reifens.

Die Wachstumsperioden der Früchte. — Veränderung des Kohlehydratgehaltes in heranreifenden Früchten. — Veränderung des Säuregehaltes. — Das Verhalten von Gerbstoff und Pektinstoffen. — Geruchs- und Geschmacksstoffe. — Beurteilung des Geschmackes einer Frucht.

Nach der Periode des Junifalles werden, wenn nicht außerordentliche Schädigungen auftreten, bis kurze Zeit vor der Baumreife, wo das Ablösen der Früchte als normale Erscheinung wieder beginnt, keine Früchte mehr abgestoßen. Es fällt uns nun die Aufgabe zu, uns einen Überblick über die Einflüsse, denen die Früchte während dieser Zeit ausgesetzt sind, zu verschaffen und zu untersuchen, welche Stoffe in die heranwachsenden und reifenden Früchte aufgenommen und in welcher Weise sie verwendet werden.

Es scheint, daß das Heranwachsen der Früchte nicht ein stetiger Vorgang ist; wenigstens hat BLAKE (1925) für Elbertapfirsich zwei Perioden rascher Entwicklung beobachtet, deren erste 45—52 Tage nach der Blüte auftrat, während die zweite gegen die Reife hin im August einsetzte. Eine Untersuchung der anatomischen Verhältnisse der sich entwickelnden Frucht, auf die wir nicht eingehen können, hat URSULA TUTLEY (1930) veröffentlicht.

Während die Samen der Früchte, die im Anfang einen relativ großen Teil des Gesamtgewichtes ausmachen, sehr eiweißreich sind, besteht das während des Heranreifens prozentual immer mehr vorherrschende Fruchtfleisch, abgesehen von seinem großen Wassergehalt, zur Hauptsache aus Kohlehydraten. Wir werden daher für diese Zeit die Versorgung der Früchte mit dieser Stoffgruppe in den Vordergrund stellen müssen, während, wie wir soeben gesehen haben, in der Zeit vor dem Junifall die Versorgung mit Stickstoff die wichtigere Rolle spielt. Selbstverständlich gehen diese beiden Perioden nur allmählich ineinander über.

Wir wollen vorläufig die Anhäufung der Kohlehydrate und ihre Umsetzungen in der Frucht unter der Annahme besprechen, daß sie in reichlicher Menge zur Verfügung stehen, und erst nachher untersuchen, was für Bedingungen für ihre Bildung und ihre Zuleitung zu den Früchten maßgebend sind. Auch die Herkunft und die Umsetzungen einiger anderer organischer Inhaltsstoffe der Früchte seien in diesem Zusammenhang besprochen.

Über die Zusammensetzung der jungen Früchte in der Zeit nach dem Junifall ist nicht viel bekannt geworden. Doch zeigt jeder Schnitt, daß sie außerordentlich reich an Stärke sind. Während des Heranreifens nimmt der Stärkegehalt relativ ab, und es treten an die Stelle der Stärke lösliche Zuckerarten in immer reichlicherer Menge auf. BIGELOW, GORE und HOWARD (1905) fanden, daß die Stärke zuerst in den inneren Teilen der Frucht verschwindet, während sie in den äußersten 3 Millimeter und auch in der Nähe der vom Stiele ausgehenden Gefäßbündel am längsten bleibt. BROWN (1899) fand bei den heranreifenden Früchten der Apfelsorte Ben Davis, bezogen auf das Frischgewicht, die in Tabelle 33 zusammengestellten Werte.

Tabelle 33. Veränderungen des Kohlehydratgehaltes in reifenden Früchten nach BROWN. Die Zahlen bedeuten Prozent des Frischgewichtes.

Datum	Zustand der Frucht	Stärke	Totalzucker	Rohrzucker	Reduzierender Zucker
7. August	sehr unreif	4,14	8,03	1,63	6,40
13. September . . .	unreif	3,67	10,51	4,05	6,46
15. November . . .	reif	0,17	14,51	6,81	7,70
15. Dezember . . .	überreif	0,00	14,11	5,26	8,81

Die Stärke war also zur Zeit der Frucht reife fast völlig verschwunden, während der Zuckergehalt zugenommen hatte und zur Zeit der Überreife jedenfalls infolge Verlust durch Atmung wieder etwas zurückgegangen war. Nach THATCHER (1915) verschwindet mit der Stärke auch das zugehörige Enzym, die Diastase. Da dieser Forscher aber zu gleicher Zeit auch keine Invertase fand, während doch nach den Untersuchungen anderer der Rohrzucker in Invertzucker übergeführt wird, müßte diese Angabe nachgeprüft werden. Dem Gewebe der reifen Frucht scheint die Fähigkeit, den Zucker in Stärke zurückzuverwandeln, abzugehen.

Aus der Zusammenstellung von BROWN sehen wir, daß in den noch ganz grünen Früchten reduzierter Zucker vorherrscht und bis zum Zerfall der Früchte langsam zunimmt, während der Rohrzucker zuerst rasch zunimmt bis zum Stadium der Vollreife, um gegen die Zeit der Überreife in Invertzucker zerlegt zu werden. Diese Angaben sind durch BIGELOW, GORE und HOWARD (1905) für die Sorten Rhode Island Greening, Northern Spy, Winesap und Ben Davis bestätigt worden, und zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch SNYDER (1916).

Wie MAGNESS (1920) beobachtete, vollzieht sich die Umsetzung von Stärke in Rohrzucker und von Rohrzucker in Invertzucker während der Reife der Birnen in ähnlicher Weise wie bei den Äpfeln.

Auch beim Pfirsich vollziehen sich dieselben Umwandlungen, wie bereits BIGELOW, GORE und HOWARD fanden. TARR (1921) hat beobachtet, daß in den jüngsten Stadien dieser Fruchtart Stärke und reduzierende Zuckerarten, aber kein Rohrzucker vorhanden ist. Mit dem Herannahen der Reifezeit nahm der reduzierende Zucker eine konstante Höhe von 2,25—2,75% an, während der Rohrzucker beständig zunahm und die Stärke völlig verschwand. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen NIGHTINGALE und Mitarbeiter (1930).

Nicht so einheitlich sind die Angaben derjenigen Forscher, die sich mit den Veränderungen des Säuregehaltes während des Heranreifens befassen. Die meisten finden eine sukzessive Verminderung. BROWN (1899) fand für Baldwin am 7. August 1,14%, am 15. September 0,65% und am 15. Dezember 0,48%, bestimmt als Apfelsäure. BIGELOW und seine Mitarbeiter beobachteten nur in den früheren Stadien eine Verminderung des Säuregehaltes. Nach SNYDER (1916) nimmt er auch während des Reifens ab. THOMPSON und WHITTIER (1912) finden nach CHANDLER bei den Birnen gegen die Reifezeit eine geringe Abnahme, bei Pfirsichen dagegen eine Zunahme und bei den Äpfeln keine Veränderung, MAGNESS und BOURROUGHS (1921, 1922) bei Baldwin- und Winesapäpfeln eine starke Abnahme. Eine ähnliche Angabe machen RIVIÈRE und BAILHACHE (1908) für Birnen.

Diese mehr oder weniger widersprechenden Angaben finden durch eine Untersuchung von MAGNESS (1920) einige Abklärung, indem dieser Forscher bei Williams Christbirne in Kalifornien in den letzten Wochen vor der Reife eine beträchtliche Abnahme des Säuregehaltes feststellte, dagegen in Oregon eine geringe und in dem weiter nördlich gelegenen Jakuma in Washington eine beträchtliche Zunahme in derselben Periode. Dies steht in Parallele zu der Angabe, daß Birnen der gleichen Sorte bei kalter Lagerung ihren Säuregehalt erhöhten, während sie ihn bei gewöhnlicher Lagerung herabsetzten. MAGNESS und BOURROUGHS (1921—1922) glauben daher, daß diejenigen Bedingungen, welche die Atmung erhöhen, den Abbau der Säuren gegenüber demjenigen der Zuckerarten befördern. Aus diesen Tatsachen scheint uns auch begreiflich, warum die Früchte der gleichen Sorte in südlichen Gebieten weniger sauer schmecken als in nördlichen.

Gegen die Fruchtreife hin nimmt auch der herbe Geschmack der Früchte ab. Dies darf nicht allein auf die Verminderung der Säure zurückgeführt werden, sondern wohl ebensowohl auf die Verminderung des Gerbstoffes. CALDWELL (1928) hat gefunden, daß die Veränderungen des Zucker- und Säuregehaltes gleichsinnig verlaufen, daß dagegen mit steigendem Zuckergehalt der Gerbstoff abnimmt.

Zur Zeit der Reife werden die *Pektinstoffe*, aus denen die Mittellamellen der Zellwände unserer Früchte aufgebaut sind, in lösliche Form übergeführt. CHANDLER glaubt, daß das Weichwerden der Pfirsiche (und wohl auch anderer Steinfrüchte) zur Zeit der Überreife auf diesen Vorgang zurückzuführen sei, und daß dadurch die Zellen zusammenfallen. Zu den gleichen Ergebnissen kommen auch APPLEMAN und CONRAD (1926). BIGELOW und seine Mitarbeiter führten wohl als erste das Mehligwerden der Äpfel auf die Zersetzung der Mittellamelle zurück. Da die Zellwände des Apfels aber dicker sind als diejenigen der Steinfrüchte, so fallen sie nicht zusammen, sondern lösen sich bloß aus dem Verband. Die Forscher glauben, daß der Verlust an Geschmack, den die Äpfel beim Mehligwerden erleiden, dadurch zustande kommt, daß durch das leichte Zerfallen des Gewebes beim Zerbeißen der Früchte weniger Zellwände zerstört und daher weniger Inhaltsstoffe, insbesondere Zucker und Säuren auf die Zunge gelangen. Im übrigen können wir auf die Sichtung der großen Literatur, die

sich im Verlauf der letzten Jahre über die Chemie der auch industriell bedeutungsvoll gewordenen Pektinstoffe angehäuft hat, verzichten. Es sei nur auf die leicht zugänglichen Arbeiten von CARRÉ (1925, 1927) und HALLER (1929) verwiesen, in denen weitere Literatur angeführt ist.

Eine wichtige Rolle bei der Festsetzung des qualitativen Wertes der Früchte spielen diejenigen Substanzen, die den einzelnen Sorten ihren besonderen Duft und Geschmack geben. Es liegen über sie nur wenige Angaben vor, offenbar weil ihre Untersuchung Schwierigkeiten bietet. POWER und CHESTNUT (1920) destillierten aus Ben Davis und Springdale-Äpfeln, sowie aus verschiedenen Wildformen die Amylester der Ameisen-, Essig-, Capron- und in geringer Menge auch der Caprylsäure. Daneben ergab sich eine beträchtliche Menge von Acetaldehyd. MÜLLER-THURGAU und OSTERWALDER (1915) konnten die letztgenannte Verbindung in Äpfeln nur ausnahmsweise finden, dagegen sehr reichlich in Birnen. Sie tritt aber erst im Stadium der Vollreife auf, und zwar sowohl bei Mostbirnsorten, wie Schweizer Wasserbirne, Reinholzbirne und Theilersbirne, als auch bei Tafelsorten. Beim Teigwerden nahm der Gehalt bei allen Sorten rasch zu. Die Forscher gründen hierauf eine Theorie des Teigwerdens, das in einem Absterben der Zellen besteht und im Inneren der Früchte seinen Anfang nimmt. Sie glauben, daß in einem gewissen Stadium der Reife Zellsaft in die Zwischenzellräume austrete. Dieser Verschuß des Durchlüftungssystems habe dann intracelluläre Atmung zur Folge, welche die Bildung von Alkohol nach sich ziehe. Aus diesem könne, wenn er in Höhlungen des Kernhauses vordringe, durch die Einwirkung des dort vorhandenen Sauerstoffes Acetaldehyd entstehen, der giftig wirke und ein Absterben der Zellen zur Folge habe.

POWER und CHESTNUT (1921) untersuchten auch die Geruch- und Geschmackstoffe des Pfirsichs und fanden hier die Linalylester von Ameisen-, Essig-, Valerian- und Caprylsäure. Daneben fand sich wiederum eine bedeutende Menge von Acetaldehyd und geringe Mengen eines unbekanntes Aldehydes von höherem Molekulargewicht. Sie extrahierten ferner ein ätherisches Öl mit einem angenehmen, pfirsichähnlichen Geruch.

Obschon über die Veränderungen dieser und ähnlicher in Früchten vorhandener Geruchs- und Geschmackssubstanzen nichts bekannt ist, kann man doch als sicher annehmen, daß sie erst kurz vor der Reife gebildet werden. Ebenso muß angenommen werden, daß sie, wenigstens zum Teil, verschwinden, bevor die Früchte überreif werden, da viele Sorten in diesem Stadium ihren Duft einbüßen. In diesem Zusammenhang ist die Angabe THATCHERS (1915), daß in reifenden Äpfeln eine Esterase vorhanden sei, interessant. CHANDLER (1925) macht darauf aufmerksam, daß manche Apfelsorten ihren starken Duft nicht entwickeln, wenn sie kühl gelagert werden. Das Studium dieser, für die Einschätzung des qualitativen Wertes so wichtigen Tatsachen, ist sowohl für die Festlegung der richtigen Pflückzeit, als auch für die Art der Lagerung von großer Wichtigkeit.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir uns überlegen, welche Faktoren für das Werturteil, das wir in bezug auf den Geschmack einer Frucht fällen, maßgebend seien.

Gewiß spielen die eben erwähnten Ester und Aldehyde eine wichtige Rolle. Daneben kommt aber auch der Zucker- und Säuregehalt wesentlich ins Gewicht. Und zwar müssen wir unbedingt die beiden Stoffgruppen im Zusammenhang betrachten; denn ein hoher Zuckergehalt kann einen hohen Säuregehalt verdecken, und umgekehrt kann eine wenig zuckerhaltige Frucht uns ordentlich süß erscheinen, wenn der Säuregehalt ein geringer ist. Wir könnten dadurch leicht zum Schlusse verleitet werden, daß es ein bestimmtes Zucker-Säure-

verhältnis gebe, bei dem uns die Früchte besonders ansprechend schmecken. CHANDLER (1925) zeigt aber, indem er sich auf die Analysen von SHAW (1911) stützt, daß dieser Zusammenhang kein sehr wesentlicher sein kann. Die qualitativ wertvollste Sorte der Zusammenstellung (Green Newton) stimmte mit der geringsten (Ben Davis) im Zucker-Säureverhältnis ungefähr überein. Auch Rome Beauty, eine qualitativ minderwertige Sorte, stimmt in dieser Beziehung ungefähr mit Fameuse, McIntosh, Jonathan und Northern Spy, lauter hochwertigen Sorten, überein. Der absolute Zucker- und Säuregehalt kann ebenfalls keine überragende Rolle spielen, denn die sehr gute Sorte Fameuse hat den zweitniedrigsten Zuckergehalt der Zusammenstellung und dazu einen der niedrigsten Säuregehalte, wogegen der ebenfalls hochwertige Esopus Spitzenberg einen der höchsten Säuregehalte aufweist. Im allgemeinen werden wir aber sagen können, daß die Qualität mit steigendem Zuckergehalt und bis zu einem gewissen Grad auch mit steigendem Säuregehalt zunimmt. Der Geschmack erscheint uns „kräftiger“. Daneben wird aber unser Werturteil wesentlich mitbestimmt durch die erwähnten Ester und Aldehyde und den Gerbstoffgehalt. Für die Einschätzung der Qualität spielt ferner die Härte des Fleisches und der Saftgehalt eine bedeutende Rolle. In einem bestimmten Fall darzulegen, wie ein geäußertes Werturteil zustande kam, ist schwierig, aber lehrreich. Sich darüber klar zu werden, ist vor allem auch dann wichtig, wenn man sich mit Lagerungsversuchen oder mit der Züchtung neuer Sorten befaßt.

b) Der Einfluß äußerer Faktoren auf die heranreifende Frucht.

Die Wasserversorgung. — Die Versorgung mit Kohlehydraten. — Einfluß der Ringelung und Entblätterung. — Die Versorgung mit Mineralstoffen. — Worauf beruht die Eignung eines Ortes für Qualitätsobstbau? — Der Einfluß der Veredlungsunterlage auf die Qualität. — Einfluß des Baumschnittes auf die Qualität. — Das Ausplücken von Blüten und Früchten.

Die Darstellung dieses sehr wichtigen Abschnittes ist schwierig, weil grundlegende Untersuchungen fehlen und aus den da und dort zerstreuten Einzelangaben sich nicht viel Grundsätzliches herauschälen läßt. Verschiedenes können wir aber aus allgemeinen pflanzenphysiologischen Kenntnissen und Erfahrungstatsachen ableiten.

Eine große Bedeutung kommt entschieden der Wasserversorgung zu. Wir haben das Wichtigste hierüber bereits in einem früheren Abschnitt besprochen. Wir wollen nur noch einmal darauf hinweisen, daß dem Wasser vor allem die Rolle eines Transportmittels für die anorganischen Stoffe zukommt. Auch die beste Düngung bleibt wertlos, wenn Wassermangel herrscht. Die Bedeutung einer richtigen Wasserversorgung für die Entwicklung der Früchte wird noch dadurch erhöht, daß diesen, wie wir früher sahen, eine geringere Saugkraft zukommt als den Blättern, so daß bei Wasserknappheit den Früchten durch die Blätter Wasser entzogen wird und sie, auch nach der kritischen Periode des Junifalles, leicht zum Abfallen gebracht werden. Daher spielt in trockenen Gebieten eine richtige Bewässerung für den Obstbau die ausschlaggebende Rolle, aber auch in unseren mitteleuropäischen Ländern kann man, zumal in Gegenden mit leichten Böden, nur zu oft ein Abfallen von Früchten infolge Wassermangel beobachten. Lehrreiche Beispiele konnten im trockenen Sommer 1929 beobachtet werden. An vielen Orten im schweizerischen Mittelland wurden zahllose Früchte abgestoßen, bevor sie reif waren. Am meisten leiden wohl in dieser Beziehung die Aprikosenspalier an Südwänden.

Eine wesentliche Bedeutung für die heranreifenden Früchte kommt sodann allen denjenigen Faktoren zu, welche die Bildung und Wanderung der Kohlehydrate beeinflussen. Wir haben den Vorgang der Assimilation schon in einem früheren Abschnitt eingehend besprochen und wollen uns hier nicht wiederholen. Immerhin mag daran erinnert werden, daß die Assimilation um so besser wird, je größer die Blattfläche ist, je besser diese beleuchtet wird, und je höher der Kohlensäuregehalt der Luft ist. Wir haben auch bereits darauf hingewiesen, daß nicht die absolute Blattfläche entscheidend ist, sondern ihr Verhältnis zu den mit Kohlehydraten zu versorgenden Teilen. Je mehr Äste wir am Baume belassen, desto kleiner wird relativ die im Lichte stehende Blattfläche, da ein Ast den anderen beschattet. Wir haben daher, wollen wir das Optimum der Assimilation bestimmen, das Optimum der Kronendichte zu suchen, das dann gefunden ist, wenn wir den zur Verfügung stehenden Raum bei möglichst geringer gegenseitiger Beschattung der einzelnen Äste möglichst vollkommen ausnutzen.

Für die Entwicklung der Frucht gelten also in bezug auf die Assimilation genau die gleichen Überlegungen, wie wir sie für die Bildung von Blütenknospen bereits durchgeführt haben, da in beiden Fällen eine möglichst hohe Produktion von Kohlehydraten zu erstreben ist. Wir können also für die gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Äste, den Schnitt, die Blattkrankheiten, Schädigungen usw. auf das dort Gesagte verweisen. Es mag aber noch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß trotz der überwiegenden Bedeutung der Kohlehydrate die richtige Versorgung mit mineralischen Nährstoffen auch zu dieser Zeit nicht entbehrlich wird, da die Blätter zu ihrem Leben und ihren Funktionen diese Stoffe unbedingt nötig haben.

Wenig geklärt ist die Frage, in welcher Weise die gebildeten Assimilate auf die sich entwickelnden Früchte, auf die wachsenden Zweige, Wurzeln und die Speichergewebe verteilt werden. Wir dürfen aber annehmen, daß in erster Linie die Früchte versorgt werden und daß für die wachsenden Zweige und die Reservestoffbehälter fast nur diejenigen Kohlehydratmengen übrigbleiben, welche von den Früchten zu ihrer Entwicklung nicht benötigt werden. Tragende Bäume behalten ihr Laub im Herbst bedeutend länger als nichttragende von gleichem Wuchs und gleicher Sorte, was darauf schließen läßt, daß sie ihr Speichergewebe noch nicht gefüllt haben.

Von der Versorgung der heranreifenden Früchte mit Kohlehydraten ist auch ihre Reifezeit abhängig. Überladene Bäume tragen nicht nur kleinere, sondern auch später reifende Früchte als mäßig tragende. Wir haben diese Frage schon im Abschnitt über den Wechsel von Ausfall- und Tragjahren besprochen. Zudem konnten MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) an geringelten fruchttragenden Ästen von Schöner von Boskoop nachweisen, daß sowohl die Fruchtgröße als auch die Reifezeit bei gegebener Astgröße einzig von der Zahl der Früchte abhängig ist. Je mehr Früchte vorhanden waren, desto kleiner blieben diese und desto später reiften sie aus. Waren nur wenige vorhanden, so erreichten sie übernormale Größe und reiften vorzeitig, waren verhältnismäßig viele vorhanden, so erreichten sie die normale Größe nicht und reiften schlecht aus (vgl. S. 65). Will man also durch Ringelung, wie vielfach empfohlen wurde, besonders große Früchte erzielen und die Reifung beschleunigen, so muß man dafür sorgen, daß nur verhältnismäßig wenig Früchte zu ernähren sind. Die Beobachtung von AUBIN (1920), daß an geringelten Zweigen die Pfirsiche eine auffallende Größe erreichen, kann also nicht allgemeingültig sein.

Über die Versorgung der Früchte mit Kohlehydraten kann man sich anhand von Ringelungsversuchen noch weiteren Aufschluß verschaffen; denn wir haben

gesehen, daß diese Stoffe ausschließlich oder doch weitaus zum größten Teil im Bast transportiert werden. Schneidet man also zur Zeit, da sich die Früchte zu entwickeln beginnen, einen Rindenring heraus, so müssen die Früchte Hungererscheinungen aufweisen, wenn die oberhalb der Ringelung sitzenden Blätter zu ihrer Versorgung mit Assimilaten nicht ausreichen. MÜLLER-THURGAU und KOBEL (1928) ringelten am 10. Juni 1922 10 fruchttragende Spieße der Sorte Schöner von Boskoop am letztjährigen Holz direkt hinter der Frucht. Der Durchmesser der Früchte betrug zu dieser Zeit $1\frac{1}{2}$ —2 cm. Die Blätter oberhalb der Ringelung wurden belassen. Zu gleicher Zeit wurden 10 weitere Spieße in gleicher Weise behandelt, mit dem Unterschied, daß die oberhalb der Ringelung sitzenden Blätter entfernt wurden. Bei 10 anderen Spießen wurden schließlich nur die in der Umgebung der Frucht sitzenden Blätter entfernt, während von einer Ringelung abgesehen wurde. Nach einer Woche war nirgends eine Schwächung zu beobachten, aber schon am 10. Juli waren sämtliche Früchte der gleichzeitig geringelten und entblätterten Spieße abgefallen; am 16. August waren diese Triebe entweder oberhalb der Ringelung abgestorben oder zeigten kümmerliches Wachstum. Die nur entblätterten Spieße ließen äußerlich nie Anzeichen der Schwächung erkennen; dagegen zeigte sich unter dem Mikroskop, daß die Reservestärke im Mark, die gewöhnlich nicht angegriffen wird, bis weit hinab gelöst wurde, ein Anzeichen dafür, daß die Zuleitung der Kohlehydrate von entfernteren Teilen nicht sogleich richtig funktionierte.

Am lehrreichsten verhielten sich die geringelten, nicht entblätterten Spieße. Die Ergebnisse der Kontrolle vom 16. August und 20. September sind aus Tabelle 34 ersichtlich. Zwei Zweiglein waren für Stärkeuntersuchungen verwendet worden, die zeigten, daß auch in ihnen die Reservestärke des Markes bis auf die Höhe der Ringelung gelöst war.

Aus der Zusammenstellung ergibt sich mit aller Deutlichkeit, daß an den geringelten Spießen die Blattzahl für das Schicksal der Früchte entscheidend ist. Je mehr Blätter vorhanden waren, desto größer wurde die Frucht. 4 Blätter genügte, um eine Frucht notdürftig mit Baustoffen zu versehen, aber die Frucht blieb auffallend klein. 7 Blätter vermögen die zur normalen Ausbildung eines Apfels erforderlichen Kohlehydrate aufzubauen.

Tabelle 34. Der Einfluß der Ringelung auf die Entwicklung der Frucht nach MÜLLER-THURGAU und KOBEL.

Die Ringelung wurde am 10. Juni am letztjährigen Holz direkt hinter der Frucht und der sie umgebenden Blätter ausgeführt.

Zweig Nr.	Kontrolle vom 16. August	Kontrolle vom 20. November
1	Frucht kaum merklich geschwächt, viele gesunde Blätter	Frucht normal, 7 frischgrüne Blätter
2	Frucht abgefallen, wenig Blätter	5 Blätter, wovon 3 vergilbt
3	Frucht kaum merklich geschwächt, viele gesunde Blätter	Frucht etwas kleiner als normal, 6 frischgrüne Blätter
4	Frucht wenig geschwächt	Frucht wenig kleiner als normal, 5 frischgrüne Blätter
5	Frucht geschrumpft, aber noch grün, 2 vergilbte Blätter	Fruchtmumie, keine Blätter mehr
6	Frucht klein, nicht geschrumpft	Frucht sehr klein, aber frisch, 4 grüne Blätter
7	Frucht geschwächt	Fruchtmumie, Blätter vergilbt
8	Frucht deutlich geschwächt	Frucht klein, aber frisch, 9 zum Teil neue Blätter

Auffällig war in diesen Versuchen, daß die unterernährten Fruchtlein nicht abfielen, sondern, ohne faul zu werden, zu Mumien einschrumpften und bis

zum Herbst am Baume verblieben. Ähnliche Mumien sind an überreich tragenden Bäumen sehr häufig zu finden, und wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir ihr Entstehen auf einen Mangel an Kohlehydraten zurückführen.

Wir haben gesehen, daß in der Entwicklungsperiode vor dem Junifall die Versorgung mit Nährsalzen, insbesondere mit Stickstoff, von sehr großer Wichtigkeit ist. ARCHBOLD (1928) hat gezeigt, daß der größte Teil des Stickstoffes in den beiden auf die Blütezeit folgenden Monaten angehäuft wird. Wir haben uns nun zu fragen, welche Rolle den Nährsalzen in der Zeit zwischen Junifall und Baumreife für die Entwicklung der Frucht zukomme. Wir wollen auch hier das Hauptgewicht auf den Stickstoff legen. Wir wissen bereits aus früheren Abschnitten, daß eine Vorsommerdüngung mit leicht aufnehmbarem Stickstoff bei Bäumen in normalem Ernährungszustand die Bedingungen für die Blütenanlage, die von Ende Juni bis Anfang August erfolgt, ungünstig gestaltet. Wir werden also mit einer solchen Düngung vorsichtig sein müssen. Düngen wir dagegen im Spätsommer oder Frühherbst, so bringen wir die Bäume leicht zu einem erneuten Austrieb, so daß namentlich in späteren Lagen die Gefahr besteht, daß dieses neu gebildete Holz nicht mehr ausreifen kann und im Winter unter Frost leidet. Dennoch dürfte es bei einem reichen Behang oft von Vorteil sein, durch eine Düngung für ein richtiges Ausreifen der Früchte besorgt zu sein. Aus dem Gesagten ergibt sich ohne weiteres, daß diese im Verlauf des Juli, spätestens anfangs August, in Form eines leicht aufnehmbaren Düngemittels geschehen müßte. Zu dieser Zeit sind die Blütenknospen bereits angelegt und die Gefahr, daß ein allfälliger Neutrieb nicht mehr ausreife, noch nicht allzu groß. Zudem hat der Baum Gelegenheit, die überschüssigen Rohstoffe in eine organische Stickstoffreserve umzuwandeln, wozu er, wie wir gesehen haben, fähig ist. Eine solche Reserve kommt ihm beim frühjährlichen Austrieb sehr zustatten. In den Versuchen von POTTER (1927), in denen Apfelbäume teils Anfang, teils Ende Juli mit Stickstoff gedüngt wurden, konnte eine Erhöhung des durchschnittlichen Fruchtgewichtes nicht erzielt werden.

Im übrigen muß auch hier auf die Gefahr einer überreichen Stickstoffdüngung hingewiesen werden, wie vor allem HUBER (1913) nachdrücklich hervorgehoben hat. Es entstehen leicht lockerfleischige und daher wenig haltbare Früchte, die zudem infolge des üppigen Laubwerkes zu einem großen Teil schlecht gefärbt sind. Diese geringe Färbung hat auch POTTER (1927) beobachtet. Von verschiedener Seite wurde auch behauptet, daß Überdüngung mit Stickstoff leicht zu stippigen Früchten führe. Obschon diese Behauptung für manche Fälle zutreffend sein wird, muß doch darauf hingewiesen werden, daß man recht häufig stippige Äpfel auch an Bäumen findet, die offensichtlich nicht mit Stickstoff überfüttert sind.

Ähnliche Überlegungen lassen sich auch für die Phosphorsäure- und Kalidüngung machen, wobei aber die Gefahr einer Verminderung der Blütenknospenbildung bei frühzeitiger Anwendung nicht bedeutend zu sein scheint.

Über den Einfluß der Düngung auf die Qualität der Früchte wissen wir sehr wenig. KOCHS (1921) hat beobachtet, daß bei Kirschen nach einer Volldüngung die relative Menge des Fruchtfleisches und der Zuckergehalt erhöht, dagegen der Säure- und Aschengehalt gegenüber den Früchten aus Düngungen, in denen einmal das Kalium und ein anderes Mal das Calcium fehlten, vermindert waren.

In diesem Zusammenhang mag auch die Frage der guten und weniger wertvollen „Obstlagen“ gestreift werden. Die Eignung einer Gegend für Obstbau hängt von sehr verschiedenen Umständen ab: Breitengrad, Höhenlage, Temperaturverhältnisse, Luftfeuchtigkeit, Exposition, physikalische und chemische

Beschaffenheit des Bodens sind dabei ausschlaggebend. Wie sie im einzelnen auf die Ausbildung der Früchte einwirken, ist völlig unbekannt, und nur die Erfahrung kann uns über den Wert der „Lage“ Auskunft geben.

Die Eignung ist auch je nach Sorte sehr verschieden. Während beispielsweise die Kanada-Reinette und Wintergoldparmäne ihre vorzüglichen Bukettstoffe in den gesegneten Obstlagen des Kantons Graubünden und des Wallis viel reichlicher ausbilden als im schweizerischen Mittelland, liefert der Gravensteiner sehr wohlschmeckende Früchte ebensowohl in recht kühlen Lagen der Hochebene, als auch in den warmen Tälern mit ihrer reichen Sonnenstrahlung. Andere Sorten, wie etwa der im Kanton Bern verbreitete Sauergrauoch, entwickeln wohl ihre geschmacklichen Vorzüge vor allem in den Obstlagen des schweizerischen Mittellandes, während sie in den warmen Tälern die frische Säure und den Saftreichtum, die Ursachen ihrer Beliebtheit, verlieren würden. Vielfach sind solche Qualitätseinflüsse auf ein besseres Gedeihen der Bäume zurückzuführen. Wenn beispielsweise die besten Kirschen scheinbar fast immer aus Gebieten mit kalkreichen Böden stammen, so ist dies darauf zurückzuführen, daß der Kirschbaum anderswo weniger gut gedeiht, aber nicht, weil er dort weniger schmackhafte Früchte ausbilden würde. Da zudem auch die „Qualität“ einer Frucht von sehr mannigfachen Voraussetzungen abhängig ist, wird das Zusammenspiel von „Lage“ und „Güte“ noch lange unaufgeklärt bleiben. Und wenn etwa TRUELLE (1919) angibt, daß der Zuckergehalt von Mostäpfeln, die in den Tälern, an Abhängen und auf Hochebenen gewachsen waren, keine wesentlichen Unterschiede aufwies, so handelt es sich eben nur um die eine Komponente der Qualität, und es wäre sehr wohl denkbar, daß gewisse Geschmackstoffe, die für den Wert des Mostes von größerer Bedeutung sind als eine geringe Verschiebung des Alkoholgehaltes, nur an sonnigen Südabhängen ausgebildet würden. Aus einer eingehenden Arbeit von CALDWELL (1928) geht denn auch deutlich hervor, daß die chemische Zusammensetzung der Früchte weitgehend von der Sonnenscheindauer abhängig ist, während sich allerdings die Einflüsse der Temperatur und der Menge der Niederschläge wesentlich geringer auswirken.

Eine Beeinflussung der Entwicklung der Früchte ist uns, abgesehen von der Düngung, auch durch die Auswahl der *Veredlungsunterlage* und durch den *Baumschnitt* ermöglicht. In welcher Weise die Qualität der Früchte von der Unterlage abhängig ist, kann nicht genau festgelegt werden. Sicher ist, daß ihre Wüchsigkeit von Bedeutung ist. Daß die Qualität mehr oder weniger im umgekehrten Verhältnis zur Starkwüchsigkeit der Unterlage steht, ist allgemein bekannt; denn die Erzielung der vorzüglichsten Früchte ist, von Einzelfällen abgesehen, nur auf Zwergunterlagen möglich. Hierbei spielt sicherlich die reichliche Versorgung der Früchte mit Kohlehydraten eine wesentliche Rolle, denn die schwächeren Wurzeln verbrauchen selbst weniger von diesen Stoffen als diejenigen einer raschwüchsigen Wildlingsunterlage, und durch ihre geringe Aufnahmefähigkeit gegenüber den Nährsalzen wird auch das Wachstum des Edelreises, das viele Assimilate verbraucht, gehemmt. Zudem ist das geringe Baumgerüst der Zwergbäume viel eher mit Reservestoffen gefüllt als der Stamm und die Äste eines Baumes von hoher Erziehungsart. Dadurch wird nicht nur die Holzreife, sondern auch die Fruchtreife beschleunigt, was an und für sich, vor allem bei spätreifenden Sorten, qualitätsfördernd wirken muß. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die bessere Ausbildung der Geschmacks- und der Duftstoffe auf Zwergunterlage mit dieser Verschiebung des Reifungsprozesses im Zusammenhang steht. Wenn zudem noch berücksichtigt wird, daß an Zwergbäumen eine viel bessere Pflege der heranreifenden Früchte ermöglicht ist,

und daß dadurch sich eine viel bedeutendere Gleichmäßigkeit in der Ausbildung der Früchte erreichen läßt, dürften die Vorteile der Zwergunterlage gegenüber der Wildlingsunterlage, was ihren Einfluß auf die Ausbildung der Früchte betrifft, im wesentlichen zusammengetragen sein.

Es geht daraus indirekt hervor, daß es Fälle geben muß, wo eine starkwüchsige Unterlage für die Ausbildung der Qualität einer Frucht geeigneter erscheint, als eine schwachwüchsige. Wenn wir beispielsweise an einer Apfelsorte weniger den reichen Zuckergehalt oder ein ausgeprägtes Muskatbukett, als vielmehr ihren spritzigen Saft und ihre frische Säure schätzen, so ist die stärkere Unterlage der schwächeren vorzuziehen. Darauf beruht letzten Endes die Tatsache, daß hochwertiges Obst unter sehr verschiedenen klimatischen Bedingungen erzielt werden kann, sobald die richtige Sortenwahl und die passende Kulturmethode gefunden sind.

Ob neben diesen Einwirkungen, die direkt oder indirekt alle auf die Wuchskraft der Unterlage zurückzuführen sind, noch andere Einflüsse der Unterlage auf die Ausbildung der Früchte vorhanden sind, ist eine viel umstrittene Frage. Einige Forscher glauben, daß auch direkte chemische Einflüsse vorhanden seien, weil Stoffe, die nur der Unterlage eigen seien, über die Veredelungsstelle hinaus in das Edelreis getragen werden könnten und umgekehrt. Für einige wissenschaftlich untersuchte Fälle, z. B. das Inulin bei *Helianthus*veredelungen, ist das Gegenteil bewiesen, womit allerdings nicht gesagt ist, daß alle chemischen Stoffe der gleichen Gesetzmäßigkeit unterworfen seien. Für Obstbäume sind solche Einflüsse meines Wissens nicht näher erforscht. Worauf das Steinigwerden von auf *Crataegus* veredelten Birnsorten beruht, kann auf Grund der heutigen Kenntnisse nicht eingesehen werden.

Über den Einfluß des *Schnittes* auf die Ausbildung der Früchte brauchen wir nicht mehr viel zu sagen; das Wesentliche ist bereits bei früheren Gelegenheiten erwähnt worden. Wichtig ist für die Periode zwischen Junifall und Baumreife die durch die Erfahrung stets neu bestätigte Beobachtung, daß ungeschnittene oder sonst zu dichte Bäume viel grüne, wenig gefärbte Früchte aufweisen. Beim Sommerschnitt muß man jedenfalls danach trachten, die Früchte möglichst frei zu bekommen. Dabei dürfen aber die Blätter, die zu heranreifenden Früchten in naher Beziehung stehen, nicht entfernt werden. Sie sollen vielmehr ebenfalls vor starker Beschattung bewahrt werden, damit sie möglichst wirksam assimilieren können. Man wird also Zweige, die solche Blätter beschatten, womöglich entfernen. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß nicht nur die heranreifenden Früchte in Betracht zu ziehen sind, sondern auch der Aufbau des Fruchtholzsystemes und die Blütenbildung für das nächste Jahr. Derjenige, welcher die physiologischen Verhältnisse, denen der Baum und seine Organe unterworfen sind, am besten überblickt, wird, wenn er zu seinen Kenntnissen noch eine gewisse Erfahrung beigebracht hat, auch eine richtige Sommerbehandlung der Obstbäume ausführen.

In diesem Zusammenhang mag auch einiges über das *Auspflücken* von Blüten und jungen Früchten, das allerdings nur im eigentlichen Qualitätsobstbau praktisch in Betracht kommt, erwähnt werden. Die Frage, *wieviel* ausgepflückt werden soll, kann nicht allgemein beantwortet werden. Die Beantwortung richtet sich nach dem Ernährungszustand des Baumes und nach der Qualität des Produktes, das erzielt werden soll. Auch über die *Zeit* des Auspflückens läßt sich nur wenig von allgemeiner Gültigkeit sagen. Aus früheren Abschnitten wissen wir, daß für die Entwicklung der Frucht vor dem Junifall die Stickstoffvorräte von größter Wichtigkeit sind. Bei ganz schwachwüchsigen Bäumen, die überreich blühen, wird daher ein Auspflücken von Blüten für den

Fruchtansatz von größter Wichtigkeit sein können, ja in gewissen Fällen vielleicht noch die einzige Möglichkeit darstellen, überhaupt einen Ansatz zu erzielen. Je früher hier der Eingriff erfolgt, desto wirksamer ist er. Bei Bäumen mit normalem Wuchs wird man vor der Zeit des Junifalles selten an ein Auspflücken von Früchten denken; denn durch dieses natürliche Abstoßen des größten Überflusses wird uns viele Arbeit erspart. Zeigt sich aber nach dem „Putzen“ ein überreicher Ansatz, so wird man das Zuviel möglichst rasch entfernen, da alles, was die Früchte, die wir später doch auspflücken, noch aufnehmen, für die anderen verlorengeht. Daß bei einem solchen Auspflücken das Hauptgewicht auf eine gleichmäßige Verteilung der Früchte am Baum gelegt werden muß, ist selbstverständlich. Früchte, die im Laub verborgen sind, wird man entfernen, wenn andere, besser gestellte, in der Nähe sind.

Auch während der Reifeperiode kommt, besonders bei Fruchtarten und -Sorten, die ihre Früchte ungleichzeitig reifen, noch ein Auspflücken in Frage. So können oft Früchte, die bei Beginn der Baumreife noch klein und grün sind, durch möglichst frühzeitiges Entfernen der zuerst reifenden noch zu wertvollen Exemplaren auswachsen.

c) Der Einfluß der Kernzahl auf die Größe und Qualität der Früchte.

Korrelationen zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht. — Der Einfluß der Samenzahl auf den Zucker- und Säuregehalt der Früchte.

MÜLLER-THURGAU (1898) hat wohl als erster nachgewiesen, daß bei der Weinrebe eine positive Korrelation zwischen Kernzahl und Beerengröße besteht, daß also die Beeren *durchschnittlich* um so größer sind, je mehr Samen sie enthalten. Einige Wägungen zeigten ihm, daß wahrscheinlich auch bei Äpfeln eine ähnliche Korrelation vorhanden ist. Mit etwas größeren Zahlen hat dann EWERT (1910) gearbeitet. Auch er findet den gleichen Zusammenhang zwischen Kernzahl und Fruchtgröße. Zu den gleichen Ergebnissen kamen ferner in den Vereinigten Staaten AUCHTER (1917), SAX (1921) und MORRIS (1921).

Eine Untersuchung über die Zusammenhänge zwischen Samenzahl und Fruchtgröße hat schließlich auch der Verfasser durchgeführt (KOBEL 1926), indem er jeweils eine größere Menge von Äpfeln und Birnen eines Baumes durchschnitt und sie, nachdem er die Kerne gezählt hatte, in Gewichtsklassen eintrug. Das Vorgehen sei an einem Beispiel von 641 Früchten eines Baumes der Sorte Schöner von Boskoop erläutert. Die Korrelationstabelle zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht (Tabelle 35) weist in senkrechter Richtung Gewichtsklassen auf, wobei eine Klasse jeweils alle Früchte von 30—40 g, 40—50 g usw. umfaßt. In der horizontalen Richtung sind die Kernzahlen von 0—6 angeordnet. Früchte mit mehr als 6 Samen kamen im vorliegenden Material nicht vor. Dabei wurden die „tauben“ Samen nicht berücksichtigt. Scheinparthenokarpe Früchte, also solche mit nur tauben Samen, sind daher bei den 0-samigen eingeordnet. In jedem Feld der Tabelle ist diejenige Zahl der 641 untersuchten Früchte zu finden, die bei der oben angegebenen Kernzahl der auf der linken Tabellenseite angeführten Gewichtsklasse angehörte.

Das mittlere Gewicht dieser 641 Früchte beträgt $78,71 \pm 0,82$ g und die mittlere Kernzahl $1,803 \pm 0,045$. In der Annahme, daß die Korrelation zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht eine geradlinige sei, was nicht notwendig sein muß, wurde der Korrelationskoeffizient nach der Formel von BRAVAIS als $0,237 \pm 0,037$ berechnet. Eine ansehnliche positive Korrelation ist also auch rechnerisch nachweisbar. Sie kann übersichtlich dargestellt werden, indem man die mitt-

Tabelle 35. Korrelationstabelle zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht von 641 Früchten eines Baumes der Sorte Schöner von Boskoop nach KOBEL.

Gewicht in g	Kernzahl						Total	
	0	1	2	3	4	5		6
30—40		1	1					2
40—50	4	12	6	4	1			27
50—60	14	40	25	11			1	94
60—70	20	41	40	17	3	2		123
70—80	12	46	33	19	7	1		118
80—90	8	30	39	20	9	1		107
90—100	6	15	35	10	6	1	1	74
100—110	2	13	13	10	4	1		43
110—120	4	6	8	8	5	1		32
120—130	1		3	5	2			11
130—140		1	1	2	1			5
140—150						1		1
150—160			1	2				3
160—170		1						1
Total:	71	206	205	108	41	8	2	641

leren Gewichte einer jeden einzelnen Kernklasse berechnet. Wenn wir diese zudem noch in einem relativen Maße — z. B. als Prozente des der niedrigsten Kernzahl zugehörigen mittleren Gewichtes — angeben, können wir die Korrelationen bei den verschiedenen Sorten etwas anschaulicher, als es mit dem BRAVAIS'schen Korrelationskoeffizienten möglich ist, miteinander vergleichen, und die mittlere prozentuale Zunahme des Gewichtes bei Vermehrung der Kernzahl

Tabelle 36. Vergleich der mittleren Fruchtgewichte für verschiedene Kernzahlen von 641 Früchten eines Baumes der Sorte Schöner von Boskoop nach KOBEL.

Kernzahl	Mittleres Gewicht in g	Gewicht in % der 0-kernigen	Gewichtszunahme in %
0	73,5	100	→ 0,7
1	74,0	100,7	→ 7,7
2	79,7	108,4	→ 6,7
3	84,6	115,1	→ 5,8
4	88,9	120,9	→ 6,6
5	93,7	127,5	

um eine Einheit berechnen. Auf diese Weise ergibt sich für unser Beispiel die Tabelle 36.

Das durchschnittliche Gewicht der Früchte nahm also bei diesem Baum von den 0-kernigen zu den 5-kernigen im ganzen um 20,2 g zu. Setzt man das durchschnittliche Gewicht

der 0-kernigen gleich 100 und berechnet man die mittlere prozentuale Gewichtszunahme pro Erhöhung der Kernzahl um eine Einheit, so ergibt sich ein Wert von 5,5%.

Bei einer kernreichen Sämlingssorte der schweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil ergab sich bei dieser Berechnungsweise ein Wert von 3,3% bis 6,6%, bei Danziger Kantapfel von 4,5%, bei Jakob Lebel von 11,4%, bei Theilersbirne von 4,5% und bei Seeschellerbirne von 6,6%. Wir dürfen demnach annehmen, daß die Früchte unserer Apfel- und Birnsorten unter sonst gleichen Bedingungen — also an ein und demselben Baum — bei Anstieg der Kernzahl um eine Einheit durchschnittlich wenigstens um 3% bis 5% an Gewicht zunehmen. Einige dieser Untersuchungsergebnisse sind in Abb. 53 graphisch dargestellt.

Diese Größenzunahme mit steigender Kernzahl läßt sich besonders eindringlich demonstrieren, wenn man statt des Gewichtes die Verwertbarkeit der

Früchte berücksichtigt. Der Verfasser hat dies an einem Beispiel der Sorte Jakob Lebel durchgeführt, indem alle Früchte unter 70 g zum Mostobst, alle diejenigen zwischen 70 und 100 g zum Markto Obst zweiter Größe und alle mehr als 100 g schweren zum Markto Obst erster Größe gezählt wurden. Wenn man die wenigen 0-kernigen und mehr als 5-kernigen Früchte außer Betracht läßt, ergibt sich die Tabelle 37, worin in jedem Feld die betreffende Anzahl der Früchte eingetragen ist.

Die Zusammenhänge geben sich bei diesem Beispiel, in dem allerdings die

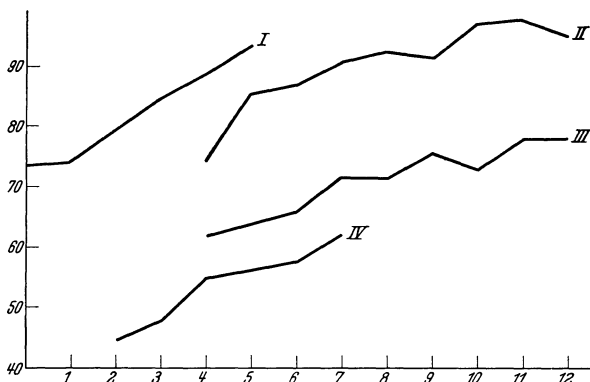


Abb. 53. Zunahme des durchschnittlichen Fruchtgewichtes mit steigender Samenahl bei Apfel- und Birnsorten. Auf der Abszisse ist die Kernzahl, auf der Ordinate das Fruchtgewicht in Gramm angegeben. I: Schöner von Boskoop; II und III: Früchte einer Sämlingsorte, III unreif, II reif; IV: Früchte von Seeschellerbirne. Original.

Tabelle 37. Zusammenhänge zwischen Kernzahl und Marktfähigkeit von 267 Früchten eines Baumes der Sorte Jakob Lebel nach KOBEL.

Kernzahl	Mostobst	Markto Obst zweiter Größe	Markto Obst erster Größe	Total
1	27—75 %	8—22 %	1—3 %	36
2	48—65 %	19—26 %	7—9 %	74
3	37—45 %	33—40 %	12—15 %	82
4	14—28 %	27—50 %	11—22 %	50
5	1—4 %	11—44 %	13—52 %	25

Korrelation zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht besonders schön ausgeprägt ist, am besten aus der graphischen Darstellung (Abb. 54).

Es geht aus diesen Versuchsergebnissen hervor, daß die Kernzahl für die Ausbildung der Frucht von Bedeutung ist. Offenbar sind die Samen imstande, die Baustoffe besonders energisch an sich zu ziehen, wobei dann auch das sie umgebende Fruchtfleisch zu erhöhtem Wachstum gereizt wird. Dies ergibt sich besonders deutlich auch daraus, daß die nur teilweise befruchteten Früchte sehr oft unsymmetrisch ausgebildet sind, indem diejenige Seite, in der die Kerne sitzen, mehr Fruchtfleisch entwickelt als die kernlose (Abb. 55). Man ist aber nur allzu leicht geneigt, daraus zu schließen, daß nur teilweise befruchtete Äpfel und Birnen zufolge unregelmäßiger Fruchtform minderwertig seien. Wenn man aber, wie der Verfasser, mehrere tausend Früchte durchschnittet und nebenbei auch auf diese Erscheinung geachtet hat, so kommt man zum Schluß, daß diesen Beziehungen durchaus keine Allgemeingültigkeit zukommt. Die meisten Unregelmäßigkeiten der Früchte sind anderen Ursprungs (Wanzenstiche, Schorflecken usw.), und ganz einseitig befruchtete Exemplare sind oft recht symmetrisch

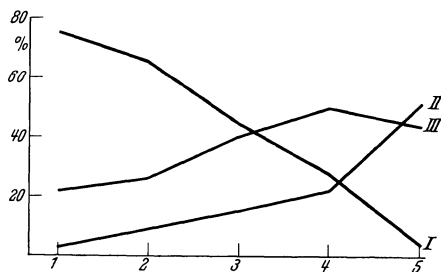


Abb. 54. Zusammenhang zwischen Kernzahl und Marktfähigkeit des Obstes. Äpfel eines Baumes von Jakob Lebel. Auf der Abszisse sind die Kernzahlen, auf der Ordinate die Prozente der betreffenden Verwertungsklassen angegeben. I: Mostobst; II: Markto Obst erster Größe (sehr große Früchte); III: Markto Obst zweiter Größe (mittelgroße Früchte). Weitere Erklärung im Text. Original.

gebaut. Die Angabe von SAX (1921), daß die Asymmetrie meist nur dann nicht nachweisbar sei, wenn nur ein Samenfach keine Samen enthalte, konnte bei den uns vorliegenden Sorten nicht bestätigt werden. In früheren Entwicklungsstadien sind allerdings die durch einseitige Befruchtung hervorgerufenen Asymmetrien viel auffälliger. Später verwischen sich diese Ungleichheiten aber mehr und mehr, was leicht verständlich erscheint, da das Gewicht der Samen im Vergleich zum Gewicht der ganzen Frucht immer unbedeutender wird. Würde man deshalb die Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht früher, etwa zur Zeit des Junifalls, durchführen, so würde man wohl auch eine viel bedeutendere Korrelation auffinden.

Von einigem Interesse war noch die Frage, ob die „tauben“ Samen, von denen wir schon da und dort gesprochen haben, auf die Entwicklung der Frucht den gleichen Einfluß ausüben, wie die mit gesunden Keimlingen versehenen. Zu diesem Zwecke untersuchte der Verfasser 361 Früchte der Sorte Schöner von Boskoop, indem er jede Frucht in zwei verschiedene Korrelationstabellen eintrug, das eine Mal die tauben Samen mitzählend, das andere Mal dagegen nicht.

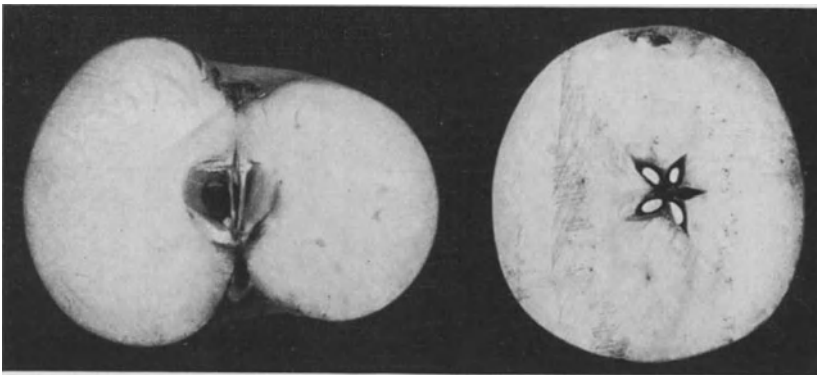


Abb. 55. Einseitige Früchte von Menzauer Jägerapfel bei unvollkommener Befruchtung. Links: Längsschnitt, rechts: Querschnitt. Auf den samenhaltigen Seiten ist mehr Fruchtfleisch ausgebildet. Original.

Bei Mitberechnung der tauben Samen ergab sich für die Erhöhung der Kernzahl um eine Einheit eine mittlere Zunahme des Gewichtes von $7,7 \pm 2,4\%$, ohne Berechnung derselben dagegen von $6,7 \pm 3,9\%$. Die mittleren Fehler sind hier infolge der kleinen Fruchtzahl sehr groß. Doch scheint ein reeller Unterschied nach den beiden Berechnungsweisen sehr unwahrscheinlich. Der Einfluß der tauben Samen auf das Fruchtgewicht würde sich also in gleicher Weise geltend machen, wie derjenige der guten. Dieses auf den ersten Blick etwas verblüffende Ergebnis wird aber dadurch begreiflich, daß sich der Einfluß der Kernzahl auf das Fruchtgewicht vor allem in den jüngsten Entwicklungsstadien geltend macht, zu einer Zeit also, in der die tauben Samen noch nicht verkrüppelt sind und ihre Keimlinge noch Lebenskraft besitzen.

Aus den angeführten Untersuchungen könnte man den Schluß ziehen, daß die durchschnittliche Fruchtgröße mit dem reichlicheren Vorhandensein von befruchtungsfähigem Pollen zunehme. Doch ergibt eine nähere Betrachtung, daß dies nicht unbedingt zutreffen muß, da ja bei Vorhandensein von geeignetem Pollen in großer Menge auch der Fruchtansatz ein größerer wird, als wenn nur wenig oder minderwertiger Pollen auf die Narben gelangt. Es ist aber eine altbekannte Tatsache, daß die durchschnittliche Fruchtgröße um so geringer wird, je reichlicher der Behang eines Baumes ist. POTTER (1927) hat zwischen der

Menge der Früchte und ihrem durchschnittlichen Gewicht die hohe Korrelation von $-0,647 \pm 0,088$ gefunden. Sie scheint also größer zu sein als diejenige zwischen Kernzahl und Fruchtgewicht, für die wir nur $0,237 \pm 0,037$ fanden. Es stehen sich somit hier zwei Gesetzmäßigkeiten gegenüber, die in entgegengesetzter Richtung auf die Fruchtgröße einwirken. Es ist daher dem Vorhandensein reichlicher Mengen von gutem Pollen in bezug auf die Größe der sich infolge der Bestäubung entwickelnden Früchte lange nicht diejenige Bedeutung beizumessen, die man im ersten Augenblick vermuten möchte. Es kann im Gegenteil unter Umständen die durchschnittliche Fruchtgröße herabsetzen, wobei aber die Gesamternte dennoch wesentlich bedeutender sein könnte, als wenn guter Pollen nur in geringer Menge zugegen gewesen wäre.

In gleicher Weise wie den Einfluß der Samenzahl auf die Fruchtgröße kann man auch ihren Einfluß auf den *Zucker- und Säuregehalt* untersuchen. MÜLLER-THURGAU (1898) hat dies für Traubenbeeren durchgeführt und ist zum Ergebnis gekommen, daß der Zuckergehalt *reifer* Beeren mit zunehmender Kernzahl zunehme. Der Säuregehalt nahm ebenfalls zu. MÜLLER-THURGAU nimmt mit Recht an, daß hierfür der Reifegrad ausschlaggebend sei. Mit zunehmender Kernzahl werde die Reifezeit verzögert. EWERT (1910) hat ähnliche Untersuchungen mit Kernobst durchgeführt, und der Verfasser (KOBEL 1926) konstatierte bei Theilersbirnen, daß mit Anstieg der Kernzahl um eine Einheit der Zuckergehalt um $0,17\% \pm 0,06\%$ und der Säuregehalt um $0,25\%_{00} \pm 0,10\%_{00}$ zunahm. Daß dabei auch der Reifegrad eine Rolle spielt, ergab sich aus dem Beispiel mit Seeschellerbirnen. Der Zuckergehalt nahm hier bei nicht völlig reifen Früchten von den 0-kernigen bis zu den 3-kernigen bei Erhöhung der Kernzahl um eine Einheit durchschnittlich um 2% bis 3% zu, bei den mehr als 3-kernigen dagegen ab, während dieser Knick in der Kurve bei reifen Früchten derselben Sorte nicht mehr zu beobachten war. Daß die Reifezeit von der Kernzahl abhängig ist, war auch daraus ersichtlich, daß unter den kernreichen Früchten viel weniger teige zu finden waren als unter den kernarmen.

Eine entsprechende Untersuchung an Äpfeln der Sorte Schöner von Boskoop und der früher erwähnten Sämlingssorte ergab dagegen bei reifen Früchten weder für den Zucker- noch für den Säuregehalt eine Zunahme bei Erhöhung der Kernzahl. Wohl aber stieg der durchschnittliche Zuckergehalt bei Erhöhung des durchschnittlichen Gewichtes der Früchte, und zwar bei Schöner von Boskoop um 1% und bei dem Sämling um 1,6% bei Erhöhung des Gewichtes um je 10 g. Diese Tatsache beweist, daß die besser ernährten Früchte nicht nur größer werden, sondern auch relativ einen höheren Zuckergehalt erreichen. Der Nachweis dieser Beziehung wurde dadurch möglich, daß die Früchte jedes Feldes der Korrelationstabelle gesondert gemestet wurden.

Wir sehen auch aus diesen Untersuchungen, wie wichtig eine gute Ernährung der Frucht für die Ausbildung des Geschmackes ist.

d) Die reife Frucht.

Wann ist eine Frucht reif? — Baumreife, Lagerreife, Eßreife.

Die Frage, wann eine Frucht „reif“ sei, ist schwer zu beantworten. Vom physiologischen Standpunkt könnte man die Reifezeit dann einsetzen, wenn die Samen reif sind, also wenn diese ihr Wachstum abgeschlossen und die nötige Menge von Reservestoffen in geeigneter Form aufgespeichert haben. Wann dies eigentlich der Fall ist, wurde bisher kaum untersucht. Erwähnt sei nebenbei, daß die Samen in diesem Zustand meist noch nicht keimfähig sind. Sie müssen zuerst eine Ruheperiode durchmachen.

Den Bedürfnissen des Obstproduzenten, des Obsthändlers und schließlich auch des Obstkonsumenten ist mit dieser Definition nicht gedient. Für sie ist die Reifezeit ein künstlicher Begriff, der zudem noch abhängig ist von den Anforderungen, die an die Früchte gestellt werden. Die zwei wichtigsten dieser Anforderungen können wir mit den Begriffen der „Baumreife“ und der „Eßreife“ umschreiben.

Wann ist aber eine Frucht baumreif? Der Pflanzenphysiologe müßte auf die Frage antworten: Wenn sie vom Baume fällt. Der Obstproduzent wird aus leicht ersichtlichen Gründen einen anderen Maßstab einführen. Er wird nicht auf diese physiologische Reife warten können und sollte daher besser von „Pflückreife“ sprechen. Für diesen Zustand kann aber kein allgemeingültiges Kriterium gegeben werden, weil der Begriff ein künstlicher, den praktischen Bedürfnissen angepaßter ist. Da aber die Zeit des Pflückens für die Ausbildung der Qualität der Früchte auf dem Lager von sehr wesentlicher Bedeutung ist, müssen wir bei dieser Frage etwas verweilen.

Pflückt man die Früchte vorzeitig, so erreichen sie auf dem Lager nicht die gewünschte Qualität. Sie neigen zudem in auffallender Weise zum Schrumpfen, da eine Verminderung der Durchlässigkeit der Fruchthaut für Wasser erst mit fortschreitender Reife sich geltend macht.

Im allgemeinen müßte man, um die Früchte möglichst hochwertig zu erhalten, sie möglichst lange am Baum belassen, und zudem dürfte man nicht alle gleichzeitig pflücken, da sie nicht gleichzeitig reifen. Dies wäre aber nur demjenigen, der in kleinen Mengen für den Eigenbedarf pflanzt, also dem Liebhaber, möglich. Der Großproduzent kann nicht solange warten, da er sonst zu große Mengen minderwertiges Fallobst erhalten würde. Auch würden solche Früchte zu rasch ins Stadium der Eßreife eintreten, so daß dem Handel damit keineswegs gedient wäre. Es ist daher durchaus Sache der Geschicklichkeit und der Erfahrung, den geeigneten Zeitpunkt zum Pflücken zu erhaschen. Anhaltspunkte sind uns gegeben in der Verfärbung der Samen, in der Verfärbung der Fruchthaut, in der Verminderung der Festigkeit des Fruchtfleisches und in der Veränderung der Haftfestigkeit des Fruchts蒂eles am Fruchtspieß.

Die Bräunung der Kerne, die im Volk als übliches Anzeichen für die Frucht-reife gilt, ist ein ganz unzuverlässiger Berater für den Praktiker. Frühsorten, etwa Weißer Klarapfel oder Weißer Astrachan, sind oft genußreif, bevor sich die Kerne gebräunt haben. Spätere Sorten bräunen gelegentlich die Kerne schon zur Zeit der Pflückreife, lange bevor sie genußreif werden. Zudem scheint nach den Angaben von MAGNESS und DIEHL (1926) die Samenbräunung mit der Baumreife bei ein und derselben Sorte in keinem festen Verhältnis zu stehen.

Etwas bessere Dienste liefert uns die Verfärbung der Fruchthaut, die nach RAMSEY und Mitarbeitern (1917) sogar der zuverlässigste Anzeiger der Frucht-reife ist, und der auch CORBETT (1917) große Bedeutung beimißt. Es handelt sich beim Kernobst nur um die Veränderung der grünen Grundfarbe, nicht aber um die rötliche Deckfarbe. Wie aber MAGNESS und DIEHL (1926) zeigen, ist die Veränderung der Grundfarbe bei ein und derselben Sorte auch vom Standort abhängig. Es sind daher Irrtümer möglich, auch wenn man, wie teilweise in den Vereinigten Staaten, Farbtäfelchen zur Verfügung hat, welche den bestimmten, für die Pflückreife charakteristischen Farbton zwischen dem Grasgrün der völlig unreifen und dem Gelb der reifen Frucht einer bestimmten Sorte angeben. Daß dieser Farbton von Sorte zu Sorte verschieden ist, braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden. Etwas günstiger als bei den Apfel- und

Birnsorten liegen die Verhältnisse in bezug auf die Benutzung der Fruchtfarbe als Anzeichen für den Reifegrad beim Steinobst, vor allem bei den roten, blauen und schwarzen Früchten. Wie OVERHOLSER (1918) und OBATON (1923) durch umfangreiche Versuche zeigten, bildet sich die Farbe der Kirschen und der meisten Pflaumen unabhängig vom Lichtzutritt während der Reifezeit aus, während rotfrüchtige Äpfel fast ausnahmslos bei Lichtabschluß ungefärbt bleiben. Sie bilden, gleich wie Nektarien und Pfirsiche, nur weißlich gefärbte Früchte, indem sich auch die vorerst grasgrüne Grundfarbe nicht zeigt. Die letztgenannte Tatsache erscheint uns begreiflich, da die grasgrüne Farbe durch Blattgrün verursacht ist, das sich bei Lichtabschluß nicht auszubilden vermag.

Die Amerikaner, die infolge des blühenden Obsthandels die Lagerungsverhältnisse eingehend untersuchten, legen das größte Gewicht für die Bestimmung der Pflückreife im allgemeinen auf die Härte der Frucht. Sie haben eigene Apparate konstruiert, um den geeigneten Zeitpunkt durch Prüfung der Druckfestigkeit des Fruchtfleisches ausfindig zu machen. Doch soll diese Methode allein nicht völlig zuverlässig sein, und bei ein und derselben Sorte an verschiedenen Standorten ungleiche Werte ergeben. Sie ist denn anscheinend auch mehr in den Lagerungsräumen in Gebrauch, wo sie benutzt wird, um den geeigneten Zeitpunkt zum Entnehmen der Früchte vom Lager festzustellen.

Bei vollendeter Baumreife löst sich die Frucht selbst vom Baum. Der Fruchtstiel wird vom Mutterkuchen durch eine Schicht von dünnwandigen Zellen abgegrenzt, die nur einen geringen Zusammenhang unter sich haben, so daß die Frucht den mechanischen Einflüssen des Windes nicht mehr standhält und abfällt. Es muß nun einen gewissen Übergang zwischen der völlig feststehenden und der sich ablösenden Frucht geben, welcher der richtigen Pflückreife entspricht. Es ist Sache der praktischen Erfahrung, für jede Sorte die geeignete Pflückzeit aus der Haftfestigkeit der Früchte am Baum abzulesen. Irgendein bestimmtes Maß für diese Haftfestigkeit wird sich kaum festlegen lassen, da sie nicht nur von der Reife, sondern wohl auch vom Ernährungszustand des Baumes, von der Luftfeuchtigkeit und vielleicht noch von anderen Faktoren abhängig sein dürfte.

So sehen wir, daß die Pflückreife nur aus einer Kombination aller dieser Eigentümlichkeiten einigermaßen richtig bestimmbar ist. Dazu kann nur große Erfahrung führen. Auch müssen die Anforderungen bekannt sein, welche der Käufer an das zu liefernde Obst stellt.

Auf eine Darlegung der teilweise abnormen Reifevorgänge und der Lagerkrankheiten bei Kühllagerung des Obstes kann hier verzichtet werden. Es sei auf die Arbeiten von KESSLER (1928) und MEIER und KESSLER (1929) verwiesen, in denen auch eine Übersicht über die große, vorwiegend amerikanische Literatur gegeben ist.

Auch über die *Eßreife* sind keine breiten Ausführungen nötig. Ihre Umschreibung hängt weitgehend vom Geschmack des Essenden ab. Zu ihrer Bestimmung könnten die soeben erwähnten Veränderungen der Härte der Frucht verwendet werden. Der einigermaßen geübte Obstesser wird aber aus einem Fruchtteller ohne eingehende Belehrung diejenigen Früchte herausfinden, die das Höchstmaß ihrer qualitativen Ausbildung erreicht, aber noch nicht überschritten haben.

IV. Die Beziehungen zwischen vegetativem Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung.

Wir haben in den vorangehenden Abschnitten das vegetative Wachstum, die Blütenanlage und die Ausbildung von Früchten im einzelnen besprochen und stehen nun vor der Aufgabe, ihre gegenseitigen Beziehungen zu überblicken; denn es liegt auf der Hand, daß beispielsweise eine übermäßige Ernte nicht ohne Einfluß auf die Anhäufung von Reservestoffen in den Zweigen, Ästen und im Stamm sein kann, und daß sie also die Blütenanlage und das Wachstum im folgenden Frühjahr beeinflussen muß. Am schönsten lassen sich diese Zusammenhänge anhand der eingehenden Untersuchungen von HATTON und seinen Mitarbeitern über die Unterlagenfrage erkennen. Wir finden in diesem Abschnitt auch die Gelegenheit, die in den vorangehenden Kapiteln besprochenen Erscheinungen zusammenfassend zu überblicken. Zum Schluß wollen wir dann versuchen, aus den erworbenen Kenntnissen die wichtigsten Konsequenzen für den praktischen Obstbau zu ziehen.

1. Vegetatives Wachstum und Blütenanlage.

Die Beziehungen zwischen Wachstum, Blütenbildung und Stickstoffzufuhr. — Bäume, die zugleich mäßig wachsen und Blüten bilden. — Nur blütenbildende, nicht wachstumsfähige Bäume. — Nur wachsende, nicht blühfähige Bäume. — Erschöpfung durch übermäßiges Blühen.

Im Abschnitt über den Zeitpunkt der Blütenbildung wurde bereits dargelegt, daß die Differenzierung von Blütenknospen mit dem vegetativen Wachstum in Beziehung steht, und daß sich die ersten Anfänge der Blütenbildung am Schluß der zweiten Wachstumsperiode erkennen lassen. Die Einzelheiten dieser Beziehungen zwischen Wachstum und Blütenbildung sind aber noch recht wenig bekannt.

Wir haben gesehen, daß mit steigender Stickstoffzufuhr unter sonst gleichen Bedingungen die Blütenbildung zuerst zunimmt, bis ein Stickstoffoptimum erreicht ist, um dann bei noch reichlicherer Stickstoffversorgung wiederum abzunehmen und schließlich bei allzu großer Zufuhr verunmöglicht zu sein. Auch das Wachstum wird erst möglich, wenn der Stickstoffgehalt eine gewisse Höhe erreicht hat. Bei steigender Stickstoffzufuhr nimmt es zu und wird immer üppiger. Ein Aufhören der Wachstumssteigerung durch erhöhte Stickstoffzufuhr scheint erst durch die Grenze der Speichercapazität, vielleicht auch durch Schädigungen der Gewebe gesetzt zu sein. Von einem absteigenden Ast der Kurve wissen wir jedenfalls nichts. Wenn wir uns also die Beziehungen zwischen Blütenanlage, vegetativem Wachstum und Stickstoffversorgung vergegenwärtigen, so kommen wir zu den in Abb. 56 schematisch dargestellten Verhältnissen.

Es gäbe demnach Gebiete, in denen sich die beiden Kurven schneiden, oder mit anderen Worten: bei einem mittleren Stickstoffgehalt finden wir unter sonst günstigen Voraussetzungen neben einem mäßigen vegetativen Wachstum auch eine mäßige Blütenbildung. Die Bäume finden sich in derjenigen Verfassung, die POENICKE als „physiologisches Gleichgewicht“ bezeichnet, und die wir als Idealzustand betrachten müssen. In dieser Weise sollen sich vor allem die Bäume vom mittleren Alter verhalten, und es ist unsere wichtigste Aufgabe, sie durch geeignete Kulturmaßnahmen möglichst lange in diesem Zustand zu bewahren. Dies erreichen wir in erster Linie durch eine geschickte Verbindung von Baumdüngung und Kronenbehandlung.

Neben den im „physiologischen Gleichgewicht“ stehenden Bäumen kommen auch solche vor, die zwar noch Blüten bilden, aber nicht mehr wachsen. Es handelt sich vor allem um alte, ausgewachsene Exemplare. Hier werden wir durch eine kräftige Verjüngung die Bildung von neuem Holz veranlassen, das nicht nur die Fähigkeit zur Blütenbildung, sondern auch zu mäßigem vegetativem Wachstum hat. Die einzelnen Äste des Baumes verhalten sich dann wiederum wie Teile eines Baumes der mittleren Altersstufe. Daß dieser Eingriff nur dann von andauerndem Erfolg begleitet sein kann, wenn eine ordentliche Zufuhr von Mineralstoffen, vor allem von Stickstoff, ermöglicht ist, liegt auf der Hand.

In die gleiche Gruppe gehören zum Teil auch jüngere, schwachwüchsige Bäume, deren Versorgung mit Mineralstoffen aus irgendeinem Grund mangelhaft ist. In ähnlicher Weise verhalten sich aber auch die abwechslungsweise tragenden Bäume im Ausfallsjahr. Wir wissen, daß sie von der übermäßigen Ernte des Vorjahres her so weitgehend erschöpft sind, daß ein ordentliches Wachstum nicht mehr möglich ist, daß sie aber übermäßig zur Blütenbildung neigen. Wir sehen in diesem Zusammenhang besonders leicht ein, daß eine

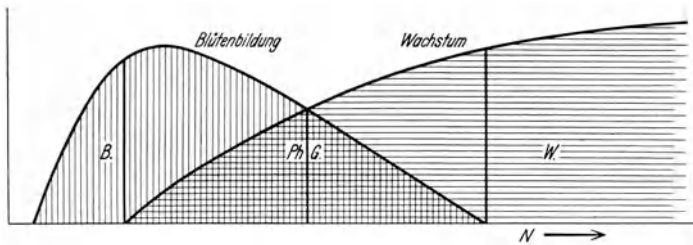


Abb. 56. Schematische Darstellung der Veränderung von Wachstum und Blütenbildung mit steigender Stickstoffzufuhr bei gleichbleibender Versorgung mit Kohlehydraten. Bei *B* nur Blütenbildung, aber kein vegetatives Wachstum, bei *W* nur Wachstum, aber keine Blütenbildung, bei *Ph G* sowohl Wachstum als auch Blütenbildung. Weitere Erklärungen im Text. Original.

Verjüngung und Düngung solcher Bäume am besten imstande sein wird, sie in den Zustand alljährlicher mäßiger Tragbarkeit bei mittlerem Wuchs zu bringen.

Schließlich gibt es noch eine Gruppe von Bäumen, die übermäßig wachsen, aber keine Blüten bilden. Es handelt sich in der Hauptsache um jüngere Individuen, die „das tragbare Alter“ noch nicht erreicht haben. Normalerweise wird es vorteilhaft sein, sie vorerst ein ordentliches Kronengerüst aufbauen zu lassen, bevor wir von ihnen Blüten- und Fruchtbildung wünschen. Sie gehen gewöhnlich von selbst in den uns erwünschten Zustand über. Auf die zweckmäßige Behandlung solcher Bäume werden wir in einem anderen Zusammenhang zurückkommen.

Es geht aus der schematischen Abbildung ohne weiteres hervor, daß die 3 Gruppen der nur blütenbildenden, der sich im „physiologischen Gleichgewicht“ befindenden und der nur wachsenden Bäume allmählich ineinander übergehen. Wir wollen sie durch die Kulturmaßnahmen möglichst gegen das Optimum des „physiologischen Gleichgewichts“ hin zu bringen versuchen, wobei allerdings nicht zu umgehen sein wird, daß sich ältere Bäume in ihrem Zustand mehr dem nur blütenbildenden und junge mehr dem nicht tragenden nähern.

Wir haben in einem anderen Abschnitt gesehen, daß wichtige Zusammenhänge nicht nur zwischen Blütenbildung und Stickstoffgehalt, sondern auch zwischen Blütenbildung und Kohlehydratgehalt bestehen, und wir haben versucht, uns eine Vorstellung von der Beeinflussung der Blütenbildung bei gleichzeitiger Veränderung von Kohlehydrat- und Stickstoffgehalt zu machen. Wir

sind zu einer dreidimensionalen Anordnung gelangt und haben eine „Fläche der Blütenbildung“ dafür erhalten (S. 57). In gleicher Weise könnten wir auch für die Abhängigkeit des Wachstums von der Kohlehydrat- und Stickstoffzufuhr argumentieren und müßten dann eine „Fläche des vegetativen Wachstums“ bekommen. Sie müßte die „Fläche der Blütenbildung“ schneiden, und unsere schematische Darstellung der Abb. 56 würde die Kurve darstellen, die durch eine Ebene senkrecht zur XY -Achse und parallel zur X -Achse aus diesen beiden Flächen herausgeschnitten würde. Wir können auf ein näheres Eingehen auf diese Zusammenhänge verzichten. Es sei aber auch hier mit allem Nachdruck darauf hingewiesen, daß auch für das vegetative Wachstum und seine Beziehungen zu der Blütenbildung nicht nur die Versorgung mit Kohlehydraten und Stickstoff verantwortlich ist, sondern auch die Versorgung mit Phosphorsäure, Kalium usw., daß wir aber über diese Fragen nicht eingehend sprechen können, weil sie noch nicht erforscht sind.

Für die Ausbildung der Blüten werden sehr beträchtliche Mengen von Reservestoffen benötigt. Mit den abfallenden Blüten gehen sehr viele wertvolle Stoffe verloren; denn MÜLLER-THURGAU hat gezeigt, daß in den abfallenden Blütenblättern beträchtliche Mengen von Zucker enthalten sind, die, im Gegensatz zu den Verhältnissen beim herbstlichen Laubfall, nicht in die Zweige zurückgezogen werden. Wir machen ja oft die Beobachtung, daß die Natur bei der Samenbildung, die zur Erhaltung der Art dient, mit den Bau- und Reservestoffen sehr wenig haushälterisch umgeht. Die Erschöpfung durch einen übermäßigen Blühet kann so groß sein, daß bei Ausbleiben des Fruchtansatzes infolge Erfrieren der Blüten, Versagen der Befruchtung oder künstlicher Entfernung der Blüten, eine Differenzierung von neuen Blüten im folgenden Sommer verunmöglicht wird. Überreich blühende Bäume zeigen deshalb ein sehr geringes Längen- und Dickenwachstum der Zweige und Äste. Es erscheint also vorteilhaft, wenn der Blütenansatz unserer Obstbäume nicht ein übermäßiger ist.

2. Vegetatives Wachstum und Fruchtbildung.

Zusammenhänge zwischen vegetativem Wachstum, Größe und Qualität der Früchte. — Vegetatives Wachstum und Neigung zum Fruchtansatz. — Erschöpfung durch übermäßige Ernten.

Wir machen die Erfahrung, daß die Früchte an kräftigen Bäumen im allgemeinen größer und vollkommener ausgebildet sind, als diejenigen an schwachwüchsigen. Oft sind sie allerdings weniger gut gefärbt, was mit der dichteren Belaubung im Zusammenhang steht. Wir können daraus den Schluß ziehen, daß die gleichen Voraussetzungen, welche ein kräftiges Triebwachstum ermöglichen, auch für die Ausbildung des Fruchtfleisches maßgebend sind. Die Erstlingsfrüchte kräftiger junger Bäume sind meist besonders groß und weichen nicht selten vom Sortentypus ab. Durch die Verjüngung alter Bäume und die damit verbundene Neubildung von wachstumsfähigem Fruchtholz können wir die Früchte sehr wesentlich vergrößern und auch qualitativ verbessern. Bei schwachwüchsigen Apfelsorten ist der Vorteil dieses Eingriffes besonders auffällig. So sind beispielsweise die Früchte zweier sonst gleichwertiger Goldparmänenbäume, von denen der eine im vorangehenden Winter verjüngt wurde, sehr verschiedenartig. Während diejenigen des verjüngten Baumes eine bedeutende Größe erreichen und den angenehmen Sortengeschmack wohl ausgebildet haben, sind diejenigen des ungepflegten Baumes oft klein und wenig schmackhaft. Sie schrumpfen zudem auf dem Lager viel leichter ein. Wenn die Verjüngung zu stark war und etwa noch mit einer starken Stickstoffdüngung

verbunden wurde, entstehen allerdings oft lockerfleischige, wenig haltbare Früchte, die zudem vielfach zu Stippigkeit neigen.

Im einzelnen sind die Zusammenhänge zwischen Wachstum und Fruchtansatz noch wenig genau bekannt. Wir wissen jedoch, daß für den Fruchtansatz, der in die Zeit der frühjährlichen Wachstumsperiode fällt, eine bedeutende Stickstoffzufuhr notwendig ist, und daß Stickstoffmangel bei schwachwüchsigen Bäumen häufig die Ursache des Abfallens von großen Mengen junger Früchtlein ist. In gleicher Weise ist auch das Längen- und Dickenwachstum der Triebe vom Vorhandensein genügender Stickstoffvorräte abhängig. Bei schwachwüchsigen Bäumen werden also durch Stickstoffdüngung im Frühjahr sowohl das Wachstum als auch der Fruchtansatz verbessert. Auch alle anderen Eingriffe, welche die Bildung eines kräftigen Frühjahrstriebes fördern, wie z. B. der Winterschnitt, sind daher in diesem Falle für den Fruchtansatz von Vorteil.

Andererseits wissen wir durch die Untersuchungen von HATTON, daß junge, kräftige Bäume im Anfang ihrer Blühfähigkeit einen verhältnismäßig geringeren Fruchtansatz aufweisen, als etwas schwächer wachsende, aber voll blühfähige. Unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen erhalten wir somit bei steigendem Stickstoffgehalt vorerst ein Optimum für die Blütenbildung, dann ein Optimum für den Fruchtansatz, während das vegetative Wachstum auch bei noch höherem Stickstoffgehalt weiter zunimmt.

Im Verlauf des Sommers, nach dem Junifall, ist die Entwicklung der Früchte nicht mehr in erster Linie von der Versorgung mit Stickstoff, sondern von der Zufuhr von Kohlehydraten abhängig. Auch für das Zweigwachstum des Johannistriebes werden zwar bedeutende Kohlehydratmengen benötigt. Doch sind die Zusammenhänge zwischen Wachstum und Fruchtbildung zu dieser Zeit nicht mehr so groß, wie im Anfang der Fruchtentwicklung.

Im Verlauf des Sommers und Herbstes müssen die Reservestoffe für die folgende frühjährliche Wachstumsperiode aufgespeichert werden. Wenn nun übermäßige Mengen von Früchten zu ernähren sind, so kann diese Reservestoffbildung nicht in genügendem Maße vor sich gehen. Wir erkennen dies daran, daß die Blätter im Herbst bis zum Eintritt stärkerer Fröste an den Bäumen verbleiben. Der folgende frühjährliche Austrieb wird nur schwach. Es wurde nachdrücklich darauf hingewiesen, daß solche Verhältnisse besonders bei schwachwüchsigen, abwechselnd tragenden Bäumen zu finden sind. Wir sehen also auch von diesem Gesichtspunkte aus, wie wertvoll Bäume von mäßiger, aber alljährlicher Tragbarkeit sind, da sie neben der Ausbildung vollwertiger Früchte auch die Fähigkeit der Blütenbildung haben und zudem genügende Reserven für einen kräftigen Trieb im folgenden Frühling aufzuspeichern vermögen.

3. Blütenanlage und Fruchtbildung.

Blütenmenge und Fruchtansatz. — Die Entstehung abwechselnder Tragbarkeit bei übermäßigem Fruchtansatz.

Die Anlage von Blüten und die Ausbildung von Früchten aus diesen Blüten sind zusammen für die Fruchtbarkeit eines Baumes entscheidend. In der landläufigen obstbaulichen Literatur wird häufig von Fruchtbarkeit und namentlich von ihrem Gegenteil gesprochen, ohne daß man weiß, ob der Ernteausfall auf geringe Blütenanlage oder geringe Fruchtbildung zurückzuführen sei. Die beiden für den Ertrag maßgebenden Entscheidungen über die Blüten- und Fruchtbildung sind aber bei unseren Obstbäumen zeitlich so deutlich getrennt und in ihren physiologischen Bedingungen so weitgehend voneinander verschieden, daß man sie sehr scharf auseinanderhalten kann. Dennoch bestehen auch zwi-

schen Blüten- und Fruchtbildung sehr wichtige Beziehungen, die wir uns gegenwärtigen wollen.

Die relativ höchsten Fruchtansätze zeigen im allgemeinen die mäßig blühenden Bäume, weil die einzelnen Blüten mit reichlichen Bau- und Betriebsstoffen versorgt werden können. Bei überreich blühenden Bäumen entwickelt sich dagegen durchschnittlich ein weit geringerer Prozentsatz der Blüten zu Früchten. Immerhin kommt es recht oft vor, daß an solchen Bäumen ein überreicher Fruchtbehang entsteht, namentlich wenn sie vor dem Blühen eine kräftige Düngung erhielten. Dieser übermäßige Fruchtansatz hat einen sehr hohen Kohlehydratkonsum zur Folge, so daß im Verlauf des Juli die Bedingungen für die Blütenknospenbildung sehr ungünstig werden. Die überreiche Ernte wird damit zur Ursache für das Abwechseln von Trag- und Ausfallsjahren, denn im folgenden Sommer braucht der Baum keinen Fruchtansatz zu ernähren. Es bilden sich daher bis zum Juli Bedingungen aus, die für die Anlage von Blüten außerordentlich günstig sind. Damit ist der Kreis von Ausfalls- und Tragjahren geschlossen, und wenn nicht Naturereignisse, wie Frost oder künstliche Eingriffe, wie Verjüngung des Baumes, Stickstoffdüngung im Herbst vor oder im Frühling des Ausfallsjahres, oder Auspflücken sehr zahlreicher Blüten, eine Umstellung herbeiführen, so wird diese Periodizität beibehalten. Erst wenn die Bäume noch weiter geschwächt werden und sich aus den überreich entwickelten Blüten keine Früchte mehr zu entwickeln vermögen, verschwindet die abwechslungsweise Tragbarkeit von selbst. Jedoch erhalten wir an ihrer Stelle nicht Bäume von alljährlicher Tragbarkeit, sondern solche, die zwar noch alljährlich Blüten, aber keine Früchte mehr ausbilden.

4. Die Beeinflussung von Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung durch die Veredlungsunterlage.

Die 16 Typen von Apfelunterlagen aus East Malling. — Ein Versuch von HATTON. — Unverträglichkeit zwischen Unterlage und Edelreis bei Veredlungen von Pflaumen und von Birnen auf Quitten.

Die besten Einblicke in die Zusammenhänge zwischen Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung erhält man durch die Versuche HATTONS und seiner Mitarbeiter mit auf einheitlichen, vegetativ vermehrten Unterlagen gepfropften Edelsorten. So unterscheidet sich jede der 16 isolierten, als Klone vermehrten Apfelunterlagen von allen anderen. Vor allem stellen sie eine Stufenreihe von verschiedener Wachstumsintensität dar. HATTON teilt sie in vier Untergruppen ein, die aber ineinander übergehen. Die Reihenfolge kann sich im einzelnen etwas verschieben, indem beispielsweise die eine Unterlage in den ersten Jahren nach der Pflanzung ziemlich rasch wächst und dann zurückbleibt, während eine andere zuerst langsames Wachstum aufweist, um nach und nach stärker zu werden. Auch gegenüber den verschiedenen Bodenarten verhalten sich nicht alle Unterlagen in gleicher Weise. Wenn zudem Edelsorten auf gepfropft werden, so spielt auch die Affinität zwischen Unterlage und Edelreis eine gewisse Rolle, so daß eine an sich starkwüchsige Unterlage unter Umständen bei geringem Zusammenpassen von Unterlage und Edelreis Schwachwüchsigkeit verursachen kann.

Wir wollen die Zusammenhänge an einem von HATTON im Jahr 1919 eingeleiteten Versuch zur Darstellung bringen. Es wurden je 8—20 einjährige Veredlungen der Sorte Lanes Prince Albert auf jede der 16 Unterlagensorten in möglichst gleichartigem Boden angepflanzt. In den folgenden Jahren wurden sehr sorgfältige Erhebungen über das gesamte Längenwachstum jedes Bäum-

chens gemacht, indem jeder Zweig gemessen wurde. Zudem wurden Messungen der Höhe und Breite der Krone und des Stammdurchmessers in systematischer Weise durchgeführt. Die Blütenknospen und die Früchte jedes Bäumchens wurden alljährlich gezählt. Bis jetzt sind die Ergebnisse bis und mit 1925 veröffentlicht. Wir entnehmen daraus die Zusammenstellung der Tabelle 38 in etwas veränderter Form. Von jeder Wachstumsgruppe ist nur je ein Vertreter, von dem 20 Bäumchen zur Beobachtung vorlagen, in dieser Zusammenstellung berücksichtigt, und zwar wurden folgende, auch von HATTON in den Vordergrund gestellte Typen ausgewählt:

Unterlage IX, die schwächste von allen, eine schwachwüchsige Paradiesform (Gelber Metzger).

Unterlage II, ziemlich schwachwüchsig, entspricht einer kräftigeren Paradiesform.

Unterlage I, ziemlich starkwüchsig, entspricht einer schwächeren Form des Splitapfels.

Unterlage XII, starkwüchsig, entspricht einer kräftigen Form des Splitapfels.

Die Wachstumsunterschiede der vier Unterlagen typen ergeben sich in jedem Jahr mit voller Klarheit. Immer zeigt die Edelsorte auf IX den schwächsten, auf II den zweitschwächsten, auf I den zweitstärksten und auf XII den stärksten Zuwachs. In den 6 Beobachtungsjahren hat die Edelsorte auf der Unterlage XII fünfmal mehr Zweige gebildet als auf Unterlage IX.

Im umgekehrten Verhältnis zu diesen Wachstumsverhältnissen steht die Blütenbildung. Auf den schwachwüchsigen Unterlagen entwickelten sich schon 1920, im Jahr nach der Pflanzung, Blüten, während auf XII die ersten spärlichen Blütenknospen erst 1921 entstanden. Bis zum Jahre 1924 nahm die Zahl der Blütenknospen von den schwachwüchsigen zu den starkwüchsigen Bäumen hin regelmäßig ab. Erst 1925 wurde die absolute Zahl der Blütenknospen auf den stärkeren Unterlagen größer als auf den schwächeren. Doch mußten damals die Bäume auf den stärkeren Unterlagen noch weit weniger blühbar erscheinen als diejenigen auf den schwächeren; denn ihre Blütenknospen verteilten sich auf ein wesentlich größeres Baumgerüst (Abb. 57). Die Bäume mit stärkeren Veredelungsunterlagen hatten also auch in diesem Jahr ihre maximale Blühbarkeit bei weitem noch nicht erreicht.

Über die Auswirkung der Unterlage auf den Fruchtansatz läßt sich aus diesen Versuchen vorläufig noch nicht sehr viel schließen. Ersichtlich ist, daß zu Beginn der Blühfähigkeit der relative Ansatz geringer ist als zur Zeit, da die Bäume voll blühbar werden. Deshalb war auch der relative Fruchtansatz im

Tabelle 38. Zusammenhang zwischen Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung der Apfelsorte Lanes Prince Albert auf vier verschiedenen Unterlagen nach HARRON.

W = durchschnittliches Wachstum sämtlicher Zweige in cm; BK = durchschnittliche Zahl der Blütenknospen; F = durchschnittliche Zahl der Früchte; A = Fruchtansatz in %.

	1920			1921			1922			1923			1924			1925			Total Durchschnitt					
	W	BK	F	W	BK	F	W	BK	F	W	BK	F	W	BK	F	W	BK	F	W	BK	F	A		
Unterlage IX	80	6,6	—	241	3,0	0,25	528	19,4	3,35	1030	67,2	8,35	3	1379	103,0	48,95	15	1387	145,6	51,3	11	4696	344,8	9,7
„ II	110	4,4	—	277	2,1	0,40	632	13,1	1,25	1679	58,9	3,60	1	3323	99,2	15,45	15	4896	262,3	45,4	8	10916	440,0	8,0
„ I	132	—	—	354	0,5	—	941	4,4	0,05	2303	49,8	1,4	1	4790	99,6	9,4	12	7410	296,0	54,5	9	15930	432,3	65
„ XII	140	—	—	429	0,6	—	1250	4,0	—	3219	3,9	0,1	1	7336	18,0	0,5	4	10958	203,6	8,95	4	23332	203,6	10

ganzen bei den stärkeren Unterlagen bis zum Jahr 1925 geringer als bei den schwächeren. Dies wirkt sich aber nur bei der starken XII aus. Wo die Bäume also sich noch mehr dem vegetativen Zustand nähern, als dem Zustand voller Blühfähigkeit, scheint der Fruchtansatz entsprechend unseren früheren Darlegungen geringer zu sein. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß nach einigen weiteren Jahren die auf schwachwüchsige Unterlage veredelten Bäume nach den in einem anderen Zusammenhange besprochenen Erfahrungen einen geringeren Fruchtansatz zeigen werden als diejenigen auf starkwüchsigen Unterlagen.

So sehen wir aus diesem einen Beispiele, wie der durch die Veredelungsunterlage bedingte Wuchs, die Blütenanlage und Fruchtbildung miteinander im Zusammenhang stehen, und namentlich ist auch sehr deutlich ersichtlich,



Abb. 57. Einfluß der Veredelungsunterlage auf Wachstum und Blütenbildung. Siebenjährige Bäume der Sorte Lanes Prinz Albert, links auf der schwachwüchsigen Unterlage IX, rechts auf der starkwüchsigen XIII, die sich ähnlich verhält wie XII. Der schwächere Baum auf IX bildete im Verhältnis zum Baumgerüst viel mehr Blütenknospen als der starkwüchsige auf XIII, der zudem seine Blüten später öffnet. (Nach HATTON.)

wie die auf schwachwüchsiger Unterlage veredelten Bäume zwar rascher fruchtbar werden, aber sich durch Kurzlebigkeit auszeichnen. Aus diesen Versuchen geht mit aller wünschbaren Deutlichkeit hervor, welche große Bedeutung die Unterlagenfrage für den Anbau von Apfelsorten hat, und daß es unser Ziel sein muß, für jede Bodenart, jede Edelsorte und jede Erziehungsform einheitliche, passende Veredelungsunterlagen zu besitzen.

Was für die Apfelsorten zutrifft, gilt auch für die anderen Obstarten. So haben HATTON und seine Mitarbeiter auch Pflaumenunterlagen als Klone vermehrt. Auch hier ergaben sich ganz verschiedene Wuchstypen. Am stärksten wuchsen im allgemeinen die auf selektionierte Myrobolanenformen veredelten Bäume, dann diejenigen auf Brompton, Pershore, „Gewöhnlicher Pflaume“ und am schwächsten diejenigen auf Brüssel. Unter den St.-Julien-Formen, die als Sämlinge sehr verschieden fallen, können schwache und kräftige selektionierte werden. Wie bedeutend die Unterschiede sein können, zeigt Abb. 13. Auch bei Pflaumen stand in den ersten Jahren die Blütenbildung im umgekehrten Verhältnis zum vegetativen Wachstum.

In diesen Versuchen mit Pflaumen ist gelegentlich Unverträglichkeit zwischen bestimmten Unterlagen und Edelsorten aufgefallen. So ließ sich beispielsweise die Sorte Czar mit gutem Erfolg auf Myrobolane und Brompton veredeln, während auf den Unterlagen Brüssel und „Gewöhnliche Pflaume“ die Augen nur zu einem geringen Prozentsatz anwuchsen und sich in der Baumschule viel serbelnde Veredelungen ergaben.

Noch bedeutender scheint die Unverträglichkeit zwischen Edelsorte und Unterlage bei den Veredlungen von Birnen auf Quitten zu sein. Die von HATTON und seinen Mitarbeitern selektionierten, vegetativ vermehrten Unterlagen A—G



Abb. 58. Der Einfluß verschiedener Quittenunterlagen auf das Wachstum der Birnsorte Fertility. Sechsjährige Bäumchen. Links auf Quittenunterlage A, Mitte auf D, rechts auf E. Die Bäume rechts zeigen verschiedene Grade von Unverträglichkeit zwischen Unterlage und Edelreis. (Nach HATTON.)

verhielten sich gegenüber den verschiedenen Edelsorten, wie aus der nachstehenden Tabelle 39 hervorgeht, sehr ungleich.

Tabelle 39. Einfluß der verschiedenen selektionierten Quittenunterlagen auf das Wachstum der verschiedenen Edelsorten nach HATTON. Die Zahlen bedeuten den totalen Längenzuwachs sämtlicher Zweige in Metern nach 5 Jahren. Sie beziehen sich durchschnittlich auf je 8 Bäume für jede Kombination.

Edelsorte	Quittenunterlage						
	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.
Pitmaston	42,0	56,2	52,1	9,4	42,3	69,7	69,4
Durondeau	49,0	53,1	57,3	16,0	10,7	5,9	5,0
Vereins Dechantsbirne . .	30,3	34,8	41,1	12,6	9,3	—	—
Gellerts Butterbirne . . .	34,6	42,1	36,2	—	—	—	—
Dr. Jules Guyot	16,4	16,6	14,6	—	9,1	16,9	11,3

Wie groß der Einfluß der Unterlage auf das Edelreis sein kann, wenn zu den durch ungleiches Wachstum bedingten Unterschieden auch noch die durch Unverträglichkeit verursachten Störungen hinzutreten, ist deutlich aus Abb. 58 ersichtlich. Daß diese Einflüsse auf das Wachstum mit verschiedenen Neigungen zu Blütenanlage und Fruchttansatz im Zusammenhang stehen, ist selbstverständlich.

Leider sind diese schönen und vielversprechenden Untersuchungen über den Einfluß der verschiedenen Unterlagen auf die verschiedenen Edelsorten noch nicht so weit gediehen, daß sie baumschulmäßig ausgenutzt werden können, doch sind die verschiedenen Apfelunterlagen bereits im Handel erhältlich, und nach wenigen Jahren dürften wir schon über weitere wertvolle Erfahrungen verfügen. Es ist zu hoffen, daß in absehbarer Zeit auch die vielversprechenden Untersuchungen über Birnen- und Pflaumenunterlagen praktisch ausgewertet werden können.

5. Die Auswertung der Beziehungen zwischen Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung im praktischen Obstbau.

a) Die Gruppierung der Bäume nach Wuchs und Fruchtbarkeit.

Die Unmöglichkeit von Rezepten im Obstbau. — Die zwölf theoretisch möglichen Gruppen nach Wuchs und Fruchtbarkeit. — Mäßig wachsende, alljährlich tragende Bäume als Ziel aller Kulturmaßnahmen.

Wir hatten in den vorangehenden Abschnitten sehr oft Gelegenheit, auf die große Mannigfaltigkeit hinzuweisen, die in unserem Obstbau herrscht. Die Verschiedenartigkeit der Kulturböden und klimatischen Bedingungen, der Bodenbearbeitung, Düngung und Baumbehandlung, der Obstarten und -Sorten, und nicht zuletzt der benutzten Veredelungsunterlagen, machen es unmöglich, einfache, für jeden Fall passende Rezepte aufzustellen, nach denen Düngung, Baumschnitt und andere Kulturmaßnahmen „richtig“ durchgeführt werden können. Die Anwendung von an sich guten Methoden am falschen Ort hat sehr oft zu einer geringschätzigen Beurteilung derselben geführt: Wir brauchen nur an die Diskussionen zu denken, die sich auf die Verwendung des Fruchtgürtels bezogen, oder gar an den nimmer endenden Streit über die Frage, ob ein kurzer oder langer Schnitt vorteilhafter sei.

Wenn es so einerseits unmöglich ist, eine zweckmäßige Baumbehandlung nach einfachen Rezepten durchzuführen, so kann man es doch andererseits nicht erreichen, daß jeder Obstbautreibende eine so tiefe Einsicht in die Lebensvorgänge der Obstbäume und die physiologischen Zusammenhänge besitzt, daß er ohne weiteres in jedem praktisch vorliegenden Fall die richtige Kulturmaßnahme abzuleiten vermag. Wir sind also trotz der Mannigfaltigkeit gezwungen, eine Übersicht zu suchen, mit deren Hilfe ein intelligenter Mann ohne spezielle Vorbildung in den wichtigsten vorkommenden Fällen den richtigen Eingriff herausfinden kann. Es ist klar, daß eine solche Übersicht sich gerade auf die große Mannigfaltigkeit stützen muß. Die immer vorkommenden Empfehlungen, wie etwa die Düngung der Obstbäume mit einer bestimmten Menge von schwefelsaurem Ammoniak, Superphosphat und Kalisalz pro Baum können manchmal richtig sein, sind aber in anderen Fällen völlig verkehrt.

Der Wert unserer Obstbäume wird vor allem durch ihren Wuchs und ihre Tragbarkeit bedingt. Wenn wir anhand einer Übersicht die anwendbaren Kulturmaßnahmen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit unseres Obstbaues darzulegen versuchen, so müssen wir diese beiden Gesichtspunkte in den Vordergrund stellen.

Wir gründen die folgende Übersicht in erster Linie auf die Stärke des *vegetativen Wachstums* der Bäume; denn keine andere Eigentümlichkeit ist in so starkem Maße der Ausdruck der Reaktionen auf die Außeneinflüsse. Das Wachstum kann zu schwach, richtig oder zu üppig sein. So erhalten wir vorerst drei Hauptgruppen von Bäumen, die ganz bestimmt eine verschiedene Behandlung verlangen.

In zweiter Linie berücksichtigen wir die *Fruchtbarkeit*. Die Bäume einer jeden Wachstumsgruppe können in bezug auf die Fruchtbarkeit in vier Untergruppen geordnet werden: Sie können weder Blüten noch Früchte bilden; sie können zwar Blüten entwickeln, ohne aber Früchte anzusetzen; sie können im einen Jahr blühen und Früchte bilden, um im nächsten leer zu stehen, oder sie können schließlich alljährlich mäßige Erträge liefern. So kommen wir theoretisch zu 12 verschiedenwertigen Gruppen, die sich auf Wuchs und Fruchtbarkeit als den beiden wichtigsten Kriterien für den Wert eines Obstbaumes gründen. Sie seien hier noch einmal zusammengestellt:

- | | | |
|------------------------|---|---|
| I. Wachstum zu schwach | { | a) weder Blüten- noch Fruchtbildung,
b) nur Blüten-, aber keine Fruchtbildung,
c) alle zwei Jahre tragend,
d) alljährlich tragend. |
| II. Wachstum richtig | { | a) weder Blüten- noch Fruchtbildung,
b) nur Blüten-, aber keine Fruchtbildung,
c) alle zwei Jahre tragend,
d) alljährlich tragend. |
| III. Wachstum zu üppig | { | a) weder Blüten- noch Fruchtbildung,
b) nur Blüten-, aber keine Fruchtbildung,
c) alle zwei Jahre tragend,
d) alljährlich tragend. |

Diese 12 Gruppen sind aber nicht etwa als physiologische Einheiten zu betrachten. So kann beispielsweise die Schwachwüchsigkeit, verbunden mit mangelhafter Tragbarkeit, sowohl auf einer ungenügenden Versorgung mit Mineralstoffen als auch auf einer Schädigung des assimilierenden Blattwerkes durch parasitische Pilze oder tierische Schädlinge beruhen. Wir werden daher jede dieser Gruppen im folgenden einzeln zu besprechen haben.

Als Ziel aller unserer Kulturmaßnahmen haben wir Bäume von mäßigem Wuchs und alljährlicher befriedigender Tragbarkeit zu betrachten. Wir haben also in jedem vorkommenden Fall diejenigen Kulturmaßnahmen zu finden, welche diesen Zustand herbeizuführen oder aufrechtzuerhalten vermögen.

Bei jungen Bäumen wird man vorerst der Tragbarkeit wenig Bedeutung beimessen. Man wird in erster Linie den Aufbau einer leistungsfähigen Krone erstreben. Wir sorgen deshalb von Anfang an dafür, daß jeder Ast sich vollkommen entwickeln kann. Durch Auslichten und Rückschnitt erwirken wir, daß jeder Hauptast sich von seiner Basis an mit Seitentrieben bekleidet, an denen später das Fruchtholz entsteht. Wie man im einzelnen die Krone gestalten will, ob als eingipflige pyramidenartige Form, an der sich in entsprechenden, nicht zu engen Abständen mehr oder weniger regelmäßige Stockwerke von Seitenästen entwickeln, als Kesselform mit fehlendem Mitteltrieb oder als Fächerform oder in irgendeiner anderen Weise, hängt von der Obstart und Sorte, vom Ort, an dem der Baum steht, und von anderen Gesichtspunkten ab. Hauptsache ist, daß der zur Verfügung stehende Raum möglichst gut ausgenutzt wird, und daß die Äste so angeordnet werden, daß das Licht überall Zutritt hat. So behandelte Jungbäume werden in der Regel rechtzeitig mit der Ausbildung von Blüten und Früchten beginnen, wenn nicht, so sind die in Gruppe IIIa zu besprechenden Maßnahmen zu ergreifen.

Bei alten Bäumen wird man umgekehrt vom Wuchs nicht mehr allzuviel verlangen können. Wir müssen jedoch danach streben, die Bäume möglichst lange im Zustand der mittleren Altersstufe zu erhalten, was wir, wie mehrfach hervorgehoben wurde, durch Verjüngung und richtige Behandlung des neu entstandenen Holzes erreichen können. Je besser Unterlage und Edelreis den von uns gestellten Anforderungen entsprechen, desto müheloser ist die spätere

Baumbehandlung, und desto wirtschaftlicher wird daher unsere Anlage. Bäume, die sich vorzeitig übertragen, haben jedoch den geringsten Wert, es sei denn, daß man sie absichtlich als kleine Formen in Zwischenpflanzung verwendet hat, um bereits Ernten einzuheimsen, bevor die großen Stammbäume tragfähig werden.

Die 12 aufgestellten Gruppen sind naturgemäß nicht scharf begrenzt; sie gehen vielmehr allmählich ineinander über. Die bei solchen Übergängen angebrachten Kulturmaßnahmen ergeben sich ohne weiteres aus dem Vergleich der benachbarten Gruppen.

Gegen diese Gruppierung könnte der Einwand erhoben werden, daß ein Teil der theoretisch denkbaren Gruppen in Wirklichkeit nicht existiere, oder doch nur als seltene Ausnahme vorkomme. So ist tatsächlich ein Baum mit übermäßigem Wuchs und alljährlicher oder auch abwechselnder Tragbarkeit, wie wir mehrfach gesehen haben, kaum denkbar. Doch müssen diese Gruppen berücksichtigt werden, weil zu ihnen die Übergänge zu den entsprechenden Gruppen der mäßig wachsenden Bäume gerechnet werden könnten. Man wird zudem in manchen Fällen, besonders bei Gartenobstbäumen, darüber streiten können, ob der Wuchs richtig oder zu stark sei.

b) Die Behandlung der zu schwach wachsenden Bäume.

α) Allgemeine Bemerkungen.

Geringes Wachstum kann durch sehr verschiedenartige Ursachen bedingt sein. Wir wollen die wichtigsten und häufigsten kurz zusammenstellen:

1. *Unverträglichkeit von Unterlage und Edelreis.* Die Untersuchungen von HATTON und seinen Mitarbeitern haben einwandfrei ergeben, daß es Kombinationen zwischen Unterlage und Edelreis gibt, bei denen ein ordentliches Wachstum nicht möglich ist. Diese Beziehungen sind leider noch wenig bekannt. Da zudem sehr viele Unterlagen als Sämlinge erhalten werden, und auch bei den vegetativ vermehrten Formen in den Baumschulen gegenwärtig noch große Unsicherheit besteht, sind solche ungeeigneten Veredlungen in der Praxis häufig zu finden. Es sind jene Bäume, die trotz bester Pflege durchaus nicht gedeihen wollen und daher möglichst frühzeitig durch bessere ersetzt werden müssen.

2. *Zu schwache Unterlage für den betreffenden Boden.* Die Ansprüche, die unter den verschiedenen Kulturbedingungen an die Wüchsigkeit der Veredlungsunterlage gestellt werden, sind sehr ungleich. Eine Unterlage, die bei offenem Boden kräftige Bäume liefert, kann im Rasen unter der Konkurrenz von anderen Pflanzen völlig versagen. In schweren lehmigen oder armen kiesigen Böden sind ebenfalls stärkere Unterlagen nötig als in tiefgründigen, fruchtbaren. Durch eine möglichst gute Bodenbearbeitung ist bei zu schwachwüchsigen Unterlagen eine gewisse Korrektur möglich, aber nicht in jedem Fall besonders wirtschaftlich.

3. *Ungeeignete physikalische Bodenbeschaffenheit.* Schwere, undurchlässige Böden bieten nicht geeignete Lebensbedingungen für die Wurzeln unserer Obstbäume. Umgekehrt ermöglichen sandige Gebiete den Obstbau nur bei genügender Wasserversorgung und Düngung. Stark saure oder sehr alkalische Böden dürften für den Obstbau ebenfalls wenig geeignet sein. Eine gewisse Tiefgründigkeit ist notwendig.

4. *Ungünstiger Wasserhaushalt.* Viel häufiger als wir vielleicht glauben, ist das schlechte Gedeihen der Obstbäume auf ungeeigneten Wasserhaushalt zurückzuführen, sei es, daß der Boden zu wasserzünftig ist und deshalb den Baumwurzeln nicht die geeigneten Lebensbedingungen bietet, sei es umgekehrt, daß er zu rasch austrocknet. Auch ein hoher und namentlich schwankender Grund-

wasserstand ist für den Obstbau ungeeignet. Ob Bewässerungs- oder Entwässerungsanlagen wirtschaftlich sind, kann nur unter Würdigung aller übrigen Verhältnisse entschieden werden.

5. *Nährstoffarmut des Bodens.* Bei allgemeiner Nährstoffarmut des Bodens oder bei Fehlen von einem einzigen lebenswichtigen Element vermögen die Bäume naturgemäß nicht ordentlich zu wachsen. Die Bestimmung des im Minimum vorhandenen Nährstoffes ist nicht leicht. Am häufigsten handelt es sich wohl um Stickstoffmangel, der mehr oder weniger deutlich an der hellgrünen Farbe des Blattwerkes erkenntlich ist. Großer Kalimangel soll nach WALLACE an der Art und Weise der Entblätterung der Zweige im Herbst erkennbar sein: Die obersten Blätter der Zweige sterben, meist unter Einrollungserscheinungen am Blattrand, ab und lösen sich zuerst, während normalerweise die untersten Blätter eines Zweiges zuerst abgestoßen werden, weil die Anhäufung von Stärke an der Basis der Zweige beginnt. Die Bestimmung der Düngergabe ist, wie S. 13 eingehend gezeigt wurde, durchaus nicht leicht. Bei ausgewachsenen schwachwüchsigen Bäumen dürfte nach den dort angefügten Untersuchungen über den Nährstoffbedarf eine jährliche Gabe von 50—100 kg Stickstoff je Hektar, 20—40 kg Phosphorsäure (P_2O_5) und 60—120 kg Kali (K_2O) annähernd richtig sein. Unter der Annahme, daß pro Hektar 100 Apfelbäume gepflanzt werden, würde ein Hundertstel dieser Menge für einen Baum genügen. Der jährliche Düngerbedarf würde also für einen ausgewachsenen größeren Feldobstbaum ungefähr 3—5 kg schwefelsaures Ammoniak oder 3—6 kg Chilesalpeter, 2—3 kg Thomasschlacke oder Superphosphat und 2—4 kg 30proz. Kalisalz betragen. Wenn Stickstoff- oder Kalimangel in erster Linie als Ursache für das geringe Wachstum erkannt sind, müssen natürlich diese Stoffe besonders berücksichtigt werden. Sind Unterkulturen vorhanden, so muß der Nährstoffbedarf derselben besonders in Berücksichtigung gezogen werden. An Orten mit Güllenswirtschaft ist eine verhältnismäßig höhere Gabe von Phosphorsäure in Form von Kunstdünger erforderlich. In welcher Form und zu welcher Zeit die Dünger verabfolgt werden sollen, richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit und der Art der Unterkultur. Bei Bäumen, die in Rasen stehen, müssen die schwerer löslichen Dünger durch Aufwerfen von Gräben oder zahlreichen Löchern in der Wurzelzone in die Tiefe gebracht werden. Bei jüngeren oder kleineren Bäumen ist die Düngergabe entsprechend zu vermindern.

6. *Zerstörung der Wurzeln durch tierische Schädlinge oder parasitische Pilze.* Diese Schädigungen äußern sich, wie der Wassermangel, zuerst als Austrocknungserscheinungen an den Blättern. Anfangs findet man dürre Blattspitzen und einzelne eingetrocknete Stellen an den Blatträndern. In fortgeschrittenen Stadien sind nur die Gewebe längs der größeren Blattrippen noch grün, weil diese Stellen von der Wasserversorgung am ehesten erreicht werden. Sind die Schädigungen, durch welche diese Austrocknungserscheinungen ausgelöst werden, andauernd, so tritt bald eine bedeutende Schwächung des vegetativen Wachstums ein. Recht oft findet man Schädigungen durch Mäuse oder Engerlinge, die besonders die Wurzeln der Apfelbäume, aber auch diejenigen anderer Obstarten als beliebte Nahrungsquelle aufsuchen. Oft sind die Wurzeln von parasitischen Pilzen, namentlich von *Armillaria mellea* (Hallimasch) und *Agaricus squarrosus* befallen. Ältere Birn- und Kirschbäume fallen diesen Parasiten vielfach zum Opfer. Der Befall wirkt sich vorerst im Absterben einzelner Äste aus, bis nach einigen Jahren der ganze Baum zugrunde geht. Gelegentlich werden auch jüngere Bäume von diesen Pilzen zum Absterben gebracht, namentlich dann, wenn sie an Stelle von alten, den Pilzen zum Opfer gefallenen gepflanzt werden.

In diesem Zusammenhang mag darauf hingewiesen werden, daß hin und wieder auch Schädigungen der Wurzeln durch Unkrautvertilgungsmittel (Natriumchlorat) beobachtet werden können. Durch Frostrisse, Frostplatten, Tierfraß, Krebswunden oder mechanische Verletzungen werden gelegentlich Stämme oder einzelne Äste geschädigt, was auf das Wachstum des ganzen Baumes oder einzelner Kronenpartien einen nachteiligen Einfluß hat. Trotz guter Wundpflege vergehen oft viele Jahre, bis die Schädigungen nicht mehr wirksam sind. Auch bei Befall der Stämme und Äste durch Vertreter der Pilzgruppe der Porlinge (*Polyporus* und verwandte Gattungen) tritt zuerst eine Wachstumsschwächung ein, bis schließlich der befallene Ast oder der ganze Baum zugrunde gerichtet wird.

8. *Schädigungen der Blätter durch tierische und pilzliche Schmarotzer.* Wenn die Blätter durch Frostspanner, Gespinstmotten und andere tierische Schädlinge, oder durch Schorfpilze, den Pilz der Schrotschußkrankheit und andere parasitische Pilze zerstört oder geschädigt werden, so wird der Aufbau von Kohlehydraten beeinträchtigt. Da Kohlehydrate für die Bildung von neuem Gewebe als Baustoffe benötigt werden, muß durch solche Schädigungen auch das vegetative Wachstum in Mitleidenschaft gezogen werden. Eine gute Schädlings- und Krankheitsbekämpfung kann daher ebenfalls als Maßnahme zur Förderung des Wachstums in Betracht kommen. Daß Beschädigungen durch Spätfröste oder Hagelschlag ebenfalls zu einer Wachstumshemmung führen müssen, ist ohne weiteres verständlich.

9. *Ungeeignete Edelsorten.* Die Obstpflanzler zeigen vielfach ein großes Interesse für fremde oder seltene Obstsorten. Häufig erweisen sich diese für die herrschenden klimatischen Bedingungen als ungeeignet. Die Bäume serbeln dann langsam dahin und fallen den Angriffen von allerhand Parasiten leicht zum Opfer. Daneben gibt es aber auch zahlreiche Obstsorten, die früher in der gleichen Gegend verbreitet und gesund waren, jetzt aber kaum mehr mit Erfolg gepflanzt werden können, weil sie den Krebsgeschwülsten und der Spitzendürre unterliegen. Diese „degenerierten“ Sorten sind meist sehr schwachwüchsig. Die Bäume solcher Sorten werden am besten umgepfropft, sofern das Baumgerüst noch nicht allzusehr durch Krebschaden verdorben ist.

10. *Zu hohes Alter der Bäume.* Ein Obstbaum kann nicht unbegrenzt leben. Das erreichbare Alter hängt von mancherlei Bedingungen ab, als deren wichtigste die Wuchskraft der Unterlage anzusehen ist. Ein Baum irgendeiner Edelsorte lebt auf Zwergunterlage nur einen Bruchteil der Jahre, die ein anderer der gleichen Sorte auf starkwüchsiger Unterlage erreicht. Durch Rückschnitt auf kräftige Seitenäste kann man eine Zeitlang den Verfall aufhalten, bis schließlich keine künstlichen Eingriffe mehr Erfolg haben. Bäume, die auf Rückschnitt unter sonst günstigen Kulturbedingungen nicht mehr durch die Bildung von neuem kräftigem Holz reagieren, haben ausgedient und werden am besten durch junge ersetzt. Bäume auf Zwergunterlage sind gelegentlich noch dadurch zu retten, daß man durch Anhäufeln von Erde um den Stamm herum das Edelreis Wurzeln bilden läßt. Häufig wird aber dadurch der Trieb nach einiger Zeit so stark, daß der auf diese Weise gekräftigte Baum am Ort, wo er steht, zu groß und üppig wird.

In den meisten vorkommenden Fällen wird es bei einiger Überlegung nicht allzu schwer sein, die Ursache der Schwachwüchsigkeit der Bäume herauszufinden und die entsprechenden Kulturmaßnahmen abzuleiten, sofern es nicht vorteilhafter erscheint, den Baum durch einen besseren zu ersetzen. Die zu treffenden Maßnahmen gestalten sich etwas verschieden, je nach dem Zustand der Fruchtbarkeit, den diese schwachwüchsigen Bäume aufweisen.

β) Schwachwüchsige, nicht blühbare Bäume.

Schwachwüchsige Bäume neigen im allgemeinen, wie wir gesehen haben, zu reichlicher Blütenbildung. Nur bei ganz mangelhafter Versorgung mit Mineralstoffen läßt sie zu wünschen übrig, so daß sie beispielsweise durch erhöhte Stickstoffgabe verbessert werden kann. Auch schlechte Kohlehydratversorgung infolge Schädigung der Blätter kann bei schwachwüchsigen Bäumen die Anlage von Blütenknospen verhindern.

Jede Kräftigung solcher nicht blühbarer Bäume ist geeignet, die Blütenbildung zu erhöhen. Ist die Ursache des geringen Wuchses erkannt, und liegt die Möglichkeit vor, sie zu beheben, so werden solche Bäume deshalb nach und nach ohne weiteres zur Blütenbildung gelangen. Es kommen also vor allem Verjüngung, Bekämpfung der Schädlinge und Krankheiten und kräftige Düngung in Betracht. Handelt es sich um eine ungünstige Kombination von Unterlage und Edelreis, so sollen solche Bäume ohne weiteres entfernt werden. Ist die Edelsorte zu schwachwüchsig oder kränklich, so kann man vielleicht durch Umpfropfen zum Ziel gelangen. Krüppel lohnen jedoch gewöhnlich die aufgewandte Mühe nicht und sollen deshalb durch wüchsigeren Bäume ersetzt werden.

γ) Schwachwüchsige, nur Blüten bildende Bäume.

Die Ursache der Schwachwüchsigkeit muß auch hier erkannt und, wenn möglich, behoben werden. Wenn die Schwachwüchsigkeit durch Nährstoffarmut bedingt ist, so soll im Herbst oder Frühjahr mehrerer aufeinanderfolgender Jahre eine reichliche Volldüngung verabfolgt werden. Durch Düngung mit Chilesalpeter 2—3 Wochen vor dem Blühet kann, wenn das Abfallen der jungen Früchte auf Stickstoffmangel beruht, der Fruchtansatz wesentlich verbessert werden. In manchen Fällen, vor allem in Gebieten mit Güllenwirtschaft, beruht vielleicht das Abfallen der jungen Fruchtanlagen oft auch auf Phosphorsäuremangel, so daß eine gehörige Düngung mit Thomasschlacke oder Superphosphat von Vorteil wäre.

Nach einiger Kräftigung gehen solche Bäume wohl oft zu abwechselnder Tragbarkeit über. In diesem Fall wären die bei der nächsten Gruppe zu besprechenden Maßnahmen zu empfehlen.

Bei größeren sortenreinen Pflanzungen, bei Pflanzungen aus wenigen, nicht gleichzeitig blühenden Sorten, bei Apfel- und Birnanlagen, die aus lauter pollensterilen, oder bei Pflaumen- und Kirschenpflanzungen, die nur aus intersterilen Sorten bestehen, oder schließlich auch bei Mangel an pollenübertragenden Bienen, kann der fehlende oder geringe Fruchtansatz auf mangelhafte Befruchtung zurückzuführen sein. Es sei auf die entsprechenden Abschnitte des Buches verwiesen. Durch Umpfropfung einer Anzahl Bäume mit geeigneten Pollenspendern, durch reichliche Bienenhaltung und genügende Verteilung der Bienen in großen Anlagen ist in diesem Falle leicht zu helfen.

Daß auch die Bäume dieser Gruppe, wie aller schwachwüchsigen, auf eine Verjüngung des Baumgerüsts und richtige Kronenpflege besonders gut reagieren, braucht nicht hervorgehoben zu werden.

δ) Schwachwüchsige, abwechselnd tragende Bäume.

Bäume von schwachem Wuchs und abwechselnder Tragbarkeit sind in den Obstanlagen außerordentlich häufig zu finden, da die Schwachwüchsigkeit, wenn sie nicht besonders ausgesprochen ist, aus physiologischen Gründen zu übermäßiger Blütenbildung führt. Tritt einmal ein überreicher Fruchtansatz auf, so vermögen sich im Laufe des Sommers keine Blütenknospen zu bilden,

weil die aufgebauten Kohlehydrate für die Ernährung der Früchte benötigt werden. Der Baum steht somit im folgenden Jahre leer; aber er neigt neuerdings zu übermäßiger Blütenbildung. Wir haben mehrfach darauf hingewiesen, daß solche Bäume trotz der teilweise überreichen Ernten wirtschaftlich nicht besonders wertvoll sind, und daß wir sie durch Kräftigung am ehesten und sichersten zu alljährlicher mäßiger Tragbarkeit bei ordentlichem Wuchs bringen können.

In erster Linie haben wir für die Bildung von neuem Holz zu sorgen. Wir verjüngen deshalb die Bäume durch Zurückschneiden auf gesunde Seitenäste, am zweckmäßigsten im Winter vor dem Ausfallsjahr. Nicht alles neu gebildete Holz ist schon im folgenden Sommer zur Blütenbildung befähigt. Ein Teil der Zweige erreicht die Blühbarkeit erst im übernächsten. Die günstige Wirkung dieser Behandlung muß aber, um nachhaltig zu sein, durch geeignete Düngung unterstützt werden. In den meisten Fällen dürften solche Bäume unter Stickstoffmangel leiden. In der Volldüngung, die alljährlich zu verabfolgen ist, soll daher der Stickstoff vorwiegen, und zwar scheint eine kräftige Stickstoffgabe im Herbst mehrerer aufeinanderfolgender Jahre die beste Wirkung zu haben. Wenn nach diesem Eingriff eine geeignete Behandlung der entstehenden neuen Triebe einsetzt und dazu eine zweckmäßige Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen gehandhabt wird, so erzielt man an so behandelten Bäumen alljährlich sehr beachtenswerte Ernten an hochwertigem Obst. Doch muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß solche Bäume zur Bildung dichter Kronen neigen.

In manchem Falle wird die Sorte des schwachwüchsigen, abwechselnd tragenden Baumes nicht befriedigen. Man verbindet deshalb die Umstellung zu alljährlicher Tragbarkeit oft vorteilhaft mit Umpfropfung. Ist einmal nach Verlauf einiger Jahre das Ziel erreicht, so wird man durch mäßige Volldüngung und gute Kronenpflege den Baum möglichst lange auf diesem Stadium zu halten suchen, bis später neuerdings eine Verjüngung nötig erscheint.

e) *Schwachwüchsige, alljährlich tragende Bäume.*

Vertreter dieser Gruppe finden wir im Feldobstbau recht selten. Sie wird dort durch die soeben besprochene ersetzt. Unter den Zwergobstbäumen, die einem regelmäßigen Winterschnitt unterworfen werden, findet man dagegen solche Bäume recht häufig; denn der alljährliche Schnitt vermindert die Neigung zu abwechselnder Tragbarkeit. Da solche Bäume in allen Teilen befriedigen, mit Ausnahme des Wuchses, so muß versucht werden, sie zu erhöhtem vegetativen Wachstum zu bringen. Stehen sie in reichen Böden, aber auf schwachwüchsiger Unterlage, so wird dies kaum möglich sein. Immerhin wird man dafür besorgt sein, daß ein Nährstoffmangel nie eintritt. Die benötigte Düngermenge ergibt sich aus den S. 215 erwähnten Zahlen. Gehen die Nährstoffe im Boden zurück, so verlieren diese Bäume ihre Fruchtbarkeit sehr leicht. Die Zahl der angesetzten Blütenknospen und der Fruchtausatz vermindern sich gleichzeitig. Um so verarmte Bäume wieder auf die Höhe zu bringen, müßte man die Düngung mit einer Verjüngung verbinden.

c) Die Behandlung der mäßig wachsenden Bäume.

α) *Allgemeine Bemerkungen.*

Bäume, deren Wuchskraft uns richtig erscheint, sind naturgemäß leichter zu behandeln als schwachwüchsige oder allzu üppige. Unsere Bestrebungen

müssen nur darauf gerichtet sein, das mäßige Wachstum möglichst lange zu erhalten. Durch eine alljährliche Düngergabe müssen wir dafür sorgen, daß der Boden nicht verarmt und den Bäumen die zu ihrem Leben notwendigen Mineralstoffe andauernd zur Verfügung stehen. Die Düngergabe ist hier bei gleicher Kronengröße geringer als bei den in den letzten Abschnitten besprochenen Bäumen. Die unteren Grenzen der dort angegebenen Düngermengen dürften ungefähr der richtigen Größenordnung entsprechen.

Neben einer richtigen Düngung ist auch der Kronenpflege die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Das mäßige Wachstum muß zum Aufbau der Krone richtig ausgewertet werden. Bei Obstarten und -sorten, die zu dichtem Wuchs neigen, muß die Krone von Zeit zu Zeit gelichtet werden. Bei Sorten mit weiter, langästiger Verzweigung soll durch Rückschnitt der Hauptäste die Garnierung mit Fruchtholz erzwungen werden. Aufstrebende Wasserschosse, die den benachbarten Zweigen die Mineral- und Baustoffe wegnehmen und den ebenmäßigen Bau der Krone zu stören drohen, sollen ausgeschnitten oder womöglich durch Rückschnitt auf einige Augen zur Bildung von Fruchtholz ausgewertet werden. Wenn man bei Feldobstbäumen alljährlich oder doch alle 2 Jahre den Kronenbau korrigiert, so erreicht man ohne viel Mühe Baumkronen, von denen das Sonnenlicht vorzüglich ausgenützt werden kann und die deshalb sehr leistungsfähig sind. Je öfter und regelmäßiger die Behandlung vorgenommen wird, desto weniger braucht herausgeschnitten zu werden, und desto weniger nutzlose Aufbauarbeit hat deshalb der Obstbaum zu leisten. Große Asthaufen unter den Obstbäumen sind meist eine Anklage gegen den Besitzer und zeigen an, daß er in früheren Jahren seine Pflicht nicht getan hat. Wie ein richtig behandelte Baum von mäßigem Wuchs aussehen soll, zeigt Abb. 7.

Bäumen von richtigem Wuchs gibt man durch Zurückschneiden größerer Seitenzweige und Fruchtholzsysteme von Zeit zu Zeit Gelegenheit, einen Teil des Fruchtholzes zu erneuern. Auf diese Weise ist immer an einem großen Teil der Krone jüngerer Holz zugegen, an dem erfahrungsgemäß die schönsten und wertvollsten Früchte ausgebildet werden. Eine radikale Verjüngung durch Rückschnitt auf dickere Seitenäste kommt dagegen bei richtiger, systematischer Behandlung von mäßig wachsenden Bäumen seltener in Frage, es sei denn, daß sie zu abwechselnder Tragbarkeit neigen. Einzig beim Süßkirschenbaum, bei dem eine etwas dichtere Krone von Vorteil ist, wird in gewissen Anbaugebieten, so im Kanton Baselland, gelegentlich mit gutem Erfolg eine Ausnahme gemacht. Wie in diesen Gebieten die Kirschbäume verjüngt werden, zeigt Abb. 59. Der Baum auf der rechten Hälfte weist eine richtige Kronenbildung infolge eines mäßigen Rückschnittes auf. Der überaus starke Eingriff, wie ihn der andere Baum aufweist, ist wohl weniger empfehlenswert, und die Abbildung soll bloß dartun, was diese Obstart unter günstigen Kulturbedingungen zu ertragen vermag.

Bei Zwergobstbäumen hat man es noch viel mehr als bei den Feldobstbäumen in der Hand, durch Düngung und Schnitt die Wachstumsverhältnisse und die Fruchtholzbildung nach Wunsch zu gestalten — wenn man nur kein bestimmtes Schnittsystem gedankenlos anwendet, sondern jeden Baum und jeden Zweig so schneidet, wie es die Triebkraft und der zur Verfügungstehende Raum verlangen.

β) Mäßig wachsende, nicht blühbare Bäume.

Diese Gruppe von Bäumen kommt nicht gerade häufig vor. Sie wird namentlich durch allzu dichte Exemplare vertreten, die im Innern der Krone kein Fruchtholz zu entwickeln vermögen und nur am Kronenrand eine geringe

Blütenbildung aufweisen. Durch gehöriges Auslichten sucht man vorerst ein ordentliches Baumgerüst heranzubilden. Die neuen Leitäste müssen durch Rückschnitt zur Entwicklung von Seitentrieben veranlaßt werden, an denen sich nach und nach Fruchtholz ausbildet. Gelangt einmal Licht ins Innere der Krone, so entwickelt sich bald aus den spärlich vorhandenen schwächlichen Seitentrieben leistungsfähiges Fruchtholz, namentlich wenn diese Triebe vorher durch Anschneiden zur Verzweigung angeregt wurden. Doch erfordert die systematische Durchführung einer solchen Umstellung recht viel Zeit, und es wäre weit wirtschaftlicher gewesen, die Krone von allem Anfang an richtig zu formieren!

Mäßig wachsende, nicht oder mangelhaft blühbare Bäume können auch durch die Einwirkungen von blattbewohnenden tierischen Schädlingen und



Abb. 59. Rechts: Blühender Baum von Frühe Baslerkirsche, durch mäßigen Rückschnitt zur Bildung einer sehr leistungsfähigen Krone gebracht (einige Äste sind für Befruchtungsversuche in Säcke gehüllt). Links: Baum der Sorte Sauerhäner, zu stark verjüngt. Original.

parasitischen Pilzen zustandekommen. Durch die Zerstörung des Blattwerkes wird die Ausbildung der zur Blütenbildung notwendigen Kohlehydratmengen verunmöglicht. Doch geht in solchen Fällen nach wenigen Jahren auch die Wuchskraft bald zurück, so daß wir Bäume, bei denen die Blütenbildung durch mangelhafte Assimilation unterdrückt wird, vor allem in der Hauptgruppe der schwachwüchsigen Bäume finden.

γ) Mäßig wachsende, nur Blüten bildende Bäume.

Bäume von mäßigem Wuchs, reichlicher Blütenbildung, aber mangelhaftem Fruchtansatz, weisen wohl in den meisten Fällen auf mangelhafte Befruchtung hin. Es sind somit die Maßnahmen zu ergreifen, die wir in der entsprechenden Gruppe der schwachwüchsigen Bäume besprochen haben. Doch findet man gelegentlich auch ein Abstoßen der jungen Früchte an Bäumen von mittlerer Wüchsigkeit, das auf andere Gründe zurückgeführt werden muß. Welche physiologischen Bedingungen hier in Betracht kommen, ist nicht mit Sicherheit be-

kannt. Um Stickstoffmangel, der, wie wir in einem anderen Zusammenhang gesehen haben, oft für das übermäßige Abfallen junger Früchte verantwortlich zu machen ist, kann es sich kaum handeln, da bei zu geringer Stickstoffversorgung in erster Linie das vegetative Wachstum in Mitleidenschaft gezogen wird. Eine Stickstoffdüngung 2—3 Wochen vor der Blüte kommt daher bloß bei Bäumen in Betracht, die sich in ihrem Wuchs eher der Gruppe der schwachwüchsigen nähern. Von manchen Forschern wird, wie wir schon bei der entsprechenden Gruppe der schwachwüchsigen Bäume angeführt haben, der mangelhafte Fruchtansatz auf ungenügende Versorgung mit Phosphorsäure zurückgeführt. Versuche mit Obstbäumen, welche diese Frage mit Sicherheit entscheiden könnten, liegen meines Wissens nicht vor, und man ist deshalb auf Analogieschlüsse aus Experimenten mit anderen Pflanzen angewiesen. Jedenfalls wird aber eine Verabfolgung von Phosphorsäure in keinem Falle den Fruchtansatz vermindern.

δ) *Mäßig wachsende abwechselnd tragende Bäume.*

Abwechselnde Tragbarkeit ist, wie wir gesehen haben, vor allem bei schwachwüchsigen Bäumen zu finden. Oft finden wir die Erscheinung jedoch auch bei befriedigendem vegetativem Wachstum. Die Umstimmung zu alljährlicher Tragbarkeit erfolgt in ähnlicher Weise, wie wir es bei den schwachwüchsigen Bäumen besprochen haben, ist aber viel leichter zu erreichen. Man wird jedenfalls Bäume von mäßigem Wuchs nicht so stark verjüngen, wie schwachwüchsige, da man sie sonst leicht zur Bildung von sehr zahlreichen neuen Trieben veranlaßt, welche bei nicht ganz sorgfältigem Vorgehen leicht zu allzu dichten Kronen führen. Man wird vielmehr im Winter vor dem Ausfallsjahr vor allem einen großen Teil des Fruchtholzes gehörig zurückschneiden, so daß neue Triebe entstehen, die erst im übernächsten Jahr zur Blütenbildung gelangen. Im übrigen wird man den Eingriff durch eine normale Düngung zu unterstützen suchen, wobei, wenn sich die Bäume der schwachwüchsigen Gruppe nähern und am gelblichen Blattwerk Stickstoffhunger erkennen lassen, die Stickstoffgabe eine hohe sein darf. Nur ältere Bäume wird man im Winter vor dem Ausfallsjahr auch durch einen Rückschnitt auf Seitenäste zu verjüngen suchen.

ε) *Mäßig wachsende alljährlich tragende Bäume.*

Bäume von mäßigem Wuchs und alljährlicher Tragbarkeit sind das Ziel eines jeden vernünftigen Obstbaues. Je nach dem Alter des Baumes wird man bald mehr auf den Wuchs, bald mehr auf die Tragbarkeit achten. Ältere, „ausgewachsene“ Bäume sollen aber durch den Baumschnitt zu ständiger Neubildung von Holz angeregt werden. Nur an jüngerem Fruchtholz bilden sich befriedigende Erträge an hochwertigen Früchten. Bei jungen Bäumen, welche die endgültige Kronengröße noch nicht erreicht haben, wird man naturgemäß an das vegetative Wachstum größere Ansprüche stellen müssen.

Durch alljährliche Volldüngung, gute Kronenbehandlung und -Pfleger wird man die Bäume möglichst lange auf diesem idealen Zustand des „physiologischen Gleichgewichtes“ zu halten suchen.

d) Die Behandlung der zu üppig wachsenden Bäume.

Ursachen des zu üppigen Wuchses. — Maßnahmen zur Verminderung der Wuchskraft: Aussetzen mit der Baumdüngung, Wurzelabschneiden, enge Pflanzung, Auslichten der Krone, Ringelung und Strangulierung. — Folgen unrichtiger Behandlung bei zu üppig wachsenden Gartenobstbäumen.

Da üppiger Wuchs gewöhnlich geringe Tragbarkeit zur Folge hat, ist eine Umstellung auf mäßigen Wuchs von großer praktischer Bedeutung und wir

finden deshalb in der obstbaulichen Literatur die mannigfaltigsten Ratschläge, um den Wuchs zugunsten der Fruchtbarkeit herabzusetzen.

Die stark wachsenden Bäume sind selten zur Blütenbildung befähigt, so daß wir es unterlassen können, die vier theoretisch möglichen Untergruppen je in einem besonderen Abschnitt zu besprechen, und unsere Ausführungen beziehen sich deshalb zum größten Teil auf die Untergruppe der nicht blühfähigen.

Wenn wir für jede Bodenart, jede Edelsorte und jede Erziehungsform eine geeignete Unterlage kennen würden, müßte über die Behandlung von allzu stark wüchsigen Bäumen nicht so viel diskutiert werden. Da aber bis jetzt nicht einmal die vegetativ vermehrten Unterlagen der Baumschulen einheitlich sind, und die aus Sämlingen gewonnenen Wildlingsunterlagen alle Übergänge von sehr geringer zu sehr starker Wuchskraft aufweisen, finden wir sowohl im Feldobstbau als auch im Gartenobstbau zahllose nicht blühfähige Bäume mit zu üppigem Wuchs.

Übermäßiger Wuchs setzt eine reichliche Zufuhr von Mineralstoffen bei genügender Kohlehydratversorgung voraus. Dagegen wird die Blütenbildung um so leichter ermöglicht, je mehr Kohlehydrate im Verhältnis zu den verfügbaren Mineralstoffen, vor allem dem Stickstoff, zugegen sind. Wir haben also zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, um die Fruchtbarkeit auf Kosten des vegetativen Wachstums zu fördern: die Verhinderung der Zufuhr von Stickstoff, und vielleicht auch von anderen Mineralstoffen, und die Erhöhung des Kohlehydratgehaltes in denjenigen Zweigen, die zur Blütenbildung veranlaßt werden sollen. Es können naturgemäß auch Kulturmaßnahmen angewendet werden, in denen beide Möglichkeiten zugleich ausgewertet sind.

Die Verhinderung der Zufuhr von Stickstoff und anderen Mineralstoffen kann auf verschiedene Weise erreicht werden. In erster Linie wird man bei Bäumen mit zu üppigem Wuchs auf eine Düngung verzichten, damit sie auf diejenigen Nährstoffe angewiesen sind, welche ihnen der Boden natürlicherweise bietet. Doch genügt diese Maßnahme oft in reicheren Böden bei Bäumen mit allzu kräftiger Veredelungsunterlage keineswegs. Es wurde deshalb lange Zeit für solche Fälle die rigorose Maßnahme des Wurzelabschneidens empfohlen. Man kann heute wohl überall auf diesen gefährlichen Eingriff verzichten. Er hat den großen Nachteil, daß man beim Schneiden nicht das ganze Wurzelsystem überblicken kann und daher nicht weiß, ob man zu viel oder zu wenig wegschneidet. Deshalb treten denn auch sehr häufig empfindliche Schädigungen ein. In anderen Fällen werden die Wurzeln durch die Einkürzung nur zu stärkerer Verzweigung gereizt, so daß die Nährstoffaufnahme nach kurzer Zeit womöglich noch energischer wird als vor dem Eingriff.

Vielfach wurde zur Verminderung des Wachstums und Erhöhung der Fruchtbarkeit auch die enge Pflanzung empfohlen, damit sich die Wurzeln der benachbarten Bäume gegenseitig die Mineralstoffe streitig machen. Auch von diesem Verfahren sollte man völlig absehen; denn wir wissen, wie hoch der Lichtzutritt für die Versorgung der Bäume und ihrer Früchte mit Kohlehydraten zu veranschlagen ist. Die „Obstwäldlein“, die eine Zeitlang Mode waren, zeichnen sich denn auch keineswegs durch hervorragende Fruchtbarkeit aus.

Viel geeigneter sind zur Erhöhung der Fruchtbarkeit starkwüchsiger Bäume alle diejenigen Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Kohlehydratversorgung des Fruchtholzes führen. Da starkwüchsige Bäume meist zur Bildung von dichten Kronen neigen, kommt zu diesem Zweck in erster Linie eine Auslichtung in Frage. Wenn eine mäßige Zahl von Ästen vorhanden ist, die ringsherum und in ihrer ganzen Länge reich beblättert sind, kann das Fruchtholz vorzüglich mit Zucker und Stärke versorgt werden und wird bald blühbar.

Genügt ein Auslichten nicht, um die Fruchtbarkeit herbeizuführen, oder dauert es zu lange, bis sich der Erfolg einstellt, so liefert die Ringelung oder die Strangulierung mit dem Fruchtgürtel vorzügliche Ergebnisse. Diese Maßnahmen, die nur bei starkwüchsigen, nicht blühbaren Bäumen in Betracht kommen, müssen jedoch zur richtigen Zeit und in richtiger Weise vorgenommen werden. Die Ringelung, welche sofort den Transport von Kohlehydraten im Bast und der Rinde unterbindet, wird ausgeführt, sobald die Blätter sich entfaltet haben und der Aufwärtstransport der Reserven für den frühjährlichen Austrieb eingestellt ist, also ungefähr zur Zeit der Obstbaumblüte. Die langsamere wirkende Strangulierung, die am besten mit dem Fruchtgürtel nach POENICKE ausgeführt wird, muß spätestens anfangs Mai begonnen werden. Es sei im übrigen auf das S. 68 Gesagte verwiesen, wo auch dargelegt wurde, daß die beiden Eingriffe bei nicht blühwilligen Bäumen deshalb so prompt wirken, weil sie sowohl die Anhäufung der Assimilate im Fruchtholz erzwingen, als auch, weil sie durch die Unterbindung des Abtransportes eine geringere Ernährung der Wurzeln und daher eine verminderte Leistungsfähigkeit derselben verursachen.

Man kann sowohl einzelne Äste als auch ganze Bäume ringeln oder strangulieren. In beiden Fällen müssen die Folgen des Eingriffes überwacht werden, damit nicht etwa eine vorzeitige Überwallung der Wunde die Ringelung nutzlos macht, oder durch eingewachsene Fruchtgürtel schwer heilbare Verletzungen entstehen. Nach meiner Ansicht ist es vorzuziehen, die Ringelung nur an einem Teil der Äste und nicht am Stamm vorzunehmen. So tritt keine allzustarke Schädigung der Wurzeln ein. Dagegen kann man den weniger stark wirkenden Fruchtgürtel sehr wohl als Stammschlinge anbringen. Bei Steinobstbäumen, bei denen übrigens der Eingriff weniger häufig in Frage kommt als bei Kernobstbäumen, ist wegen der Harzflußgefahr ganz besondere Sorgfalt am Platze, und man sollte sich bei diesen Obstarten wohl auf die Anwendung der Stammschlinge beschränken. In allen Fällen dürfen diese Eingriffe nur als Korrektiv gebraucht werden. Sobald Wachstum und Blütenbildung ein normales Maß erreicht haben, kommen sie nicht mehr in Frage. Ringelung zur Erzielung besonders schöner Früchte kommt, wenigstens in unseren Obstbaugebieten, nur ganz ausnahmsweise in Betracht.

Die Folgen unrichtiger Behandlung von allzu stark wachsenden Bäumen sieht man am schönsten im Gartenobstbau, wo man auf kleine Formen angewiesen ist. Vielfach wird versucht, üppige Bäume durch den Schnitt „zur Vernunft“ zu bringen. Alljährlich werden die Leittriebe und stärkeren Seitentriebe auf wenige Augen zurückgeschnitten, und jedesmal reagieren die Bäume auf diese Behandlung mit der Bildung eines Besens von neuen Trieben aus den der Schnittstelle benachbarten Augen. Durch Pincement versucht man — meist umsonst — aus diesen Neubildungen brauchbares Fruchtholz zu erziehen. Diese Behandlung wird weiter geführt, bis der Baum durch die viele von ihm unnütz geleistete Arbeit und das viele Wundgewebe, das er bilden mußte, nach Verlauf einiger Jahre mehr oder weniger blühfähig wird. Wieviel einfacher und wirksamer wäre es gewesen, eine Stammschlinge umzulegen und durch einen etwas längeren, dem vegetativen Wachstum des Baumes angepaßten Schnitt seine Kraft zur Fruchtbildung auszunützen!

Gelegentlich wird auch empfohlen, bei kräftig wachsenden Gartenobstbäumen die Zweige im Bogen herunterzubinden, und es wurden auf diesem an sich guten Gedanken sogar ganze Schnittsysteme begründet. Man erzielt tatsächlich an den nach unten gerichteten Zweigen Blütenknospen; aber aus der an der Biegungsstelle des Zweiges gelegenen Knospe entwickelt sich gewöhnlich

neuerdings ein kräftiger Langtrieb, der in der Folge dem weiter außen bereits gebildeten Fruchtholz die besten Nährstoffe wegnimmt. Eine richtige Behandlung nach einem solchen „System“ erfordert deshalb viel sorgfältige Arbeit und großen Zeitaufwand.

Wenn jüngere Bäume blühfähig werden, so beobachtet man häufig, daß sie im Anfang aus den Blüten keine oder nur wenige Früchte entwickeln. Es scheint also, wie wir S. 209 auch aus den Untersuchungen von HATTON sahen, daß ein Zustand des Baumes, der vegetatives Wachstum sehr begünstigt, für den Fruchtansatz nicht besonders geeignet sei. Man hört daher gelegentlich auch von üppig wachsenden Bäumen, die zwar blühen, aber keine Früchte entwickeln. Wenn es sich nicht um mangelhafte Befruchtung handeln kann, sind in diesem Falle dieselben Maßnahmen zu ergreifen, wie bei den starkwüchsigen, nicht blühbaren Bäumen: Aussetzen mit der Düngung, Auslichten der Krone, in hartnäckigen Fällen Anwendung des Fruchtgürtels oder des Ringelschnittes.

Zu üppig wachsende, abwechselnd tragende Bäume kommen kaum vor. Wenn solche Formen gelegentlich gefunden würden, so müßten die bei den mäßig wachsenden Bäumen mit abwechselnder Tragbarkeit besprochenen Maßnahmen berücksichtigt werden.

Eine Erörterung von zu kräftig wachsenden, alljährlich tragenden Bäumen erübrigt sich. Wenn die Tragbarkeit befriedigt, wird man gegen einen kräftigen Wuchs kaum etwas einzuwenden haben, ist sie ungenügend, so sind die Bäume wie nicht tragende zu behandeln.

V. Die Züchtung neuer Obstsorten.

A. Die Bedeutung der Sortenzüchtung.

Verbesserungsmöglichkeiten der bestehenden Sorten. — Ersatz für „degenerierte“ Sorten. — Bereicherung des Marktes durch Sortenzüchtung.

Die Zahl unserer Obstsorten ist unübersehbar groß, und man könnte meinen, daß jedes Obstbaugebiet ein Sortiment zusammenzustellen imstande sei, das allen Anforderungen entspricht. Bei näherem Zusehen ergibt sich aber, daß dies nicht zutrifft. Bei einigermaßen strenger Auswahl fällt ein großer Teil der bestehenden Sorten von vornherein außer Betracht, sei es infolge ungenügender Fruchtbarkeit, zu geringer Qualität, Empfänglichkeit für Krankheiten, Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Faktoren oder infolge anderer Gründe. Aber auch die verhältnismäßig wenigen Sorten, welche die erste Sichtung überstehen, können selten als ideal gelten, und Verbesserungen wären immer denkbar. So ist gewiß der Gravensteiner infolge seiner hervorragenden qualitativen Eigenschaften für manche Obstbaugebiete von größter wirtschaftlicher Bedeutung. Wie viel mehr Wert hätte aber eine qualitativ gleichwertige Sorte, die bessere Tragbarkeit und geringere Schorfempfindlichkeit aufweisen würde, und von welcher hervorragenden Bedeutung wäre die Wintergoldparmäne, wenn sie nur etwas kräftiger wachsen würde?

So hat jedes Obstbaugebiet seine bestimmten Wünsche, die es durch Auswahl unter den bestehenden Sorten nicht befriedigen kann, die aber mittels Sortenzüchtung erfüllbar sein sollten; denn man kann sich nicht wohl denken, daß etwa ein qualitativ und quantitativ befriedigender, gut gefärbter später Lagerapfel, der sich auch für mittelgute Lagen eignet, züchterisch unmöglich wäre. Eine solche Sorte kann aber kaum namhaft gemacht werden.

Die vorhandenen Sorten stellen somit in bezug auf Ertrag, Qualität, Widerstandsfähigkeit und andere wertvolle Eigenschaften nicht das Beste dar, was

sich erreichen läßt. Wieviel hängt aber unter Umständen für ein ganzes Obstbaugebiet davon ab, ob eine Kultursorte etwas größere oder sicherere Erträge oder etwas schönere Früchte liefert? Die wirtschaftliche Bedeutung der züchterisch erreichbaren Produktionsverbesserung ist um ein Vielfaches größer als der Aufwand, der für eine systematisch durchgeführte, zielbewußte Züchtung erforderlich wäre.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß manche früher robuste und weit verbreitete Sorten heute nicht mehr anbauwürdig sind. Man bezeichnet sie als „degeneriert“. Obschon mit diesem Ausdruck, wie mit allen Schlagwörtern, viel Unfug getrieben wird, ist die Tatsache, daß die Sorten mit der Zeit an Anbauwürdigkeit verlieren, nicht von der Hand zu weisen. Auf die Gründe dieser Erscheinung werden wir in einem anderen Zusammenhang zurückkommen. Hier sei nur festgehalten, daß durch das Zurückgehen einer Sorte ein Obstbaugebiet seinen Markt verlieren kann, wenn nicht rechtzeitig ein vollwertiger Ersatz gefunden wird. In solchen Fällen kann die systematische Züchtung äußerst wertvolle Dienste leisten, indem sie gerade die abgehenden Sorten für die Züchtung benutzt; denn erfahrungsgemäß überträgt sich die Schwächlichkeit solcher alter Sorten keineswegs auf die Nachkommen. So besitzt die Versuchsanstalt in Wädenswil sehr üppig wachsende, gesunde Sämlinge der „degenerierten“ Sorten Hansuli und Oberrieder GlanzreINETTE, von denen die erstgenannte in dieser Gegend infolge Krebs und Spitzendürre elendiglich serbelt. Dagegen können die hochwertigen qualitativen Eigenschaften solcher Sorten durch Züchtung festgehalten werden, und die Züchtung auf Grund solcher qualitativ wertvoller „degenerierter“ Sorten würde wohl wesentlich bessere Ergebnisse zeitigen, als diejenige mit den vielen geschmacklich geringwertigen Schaufrüchten, die sich besonders unter den Apfelsorten in den letzten Jahren in den Vordergrund gedrängt haben.

Die Ansprüche der durch die Einfuhr von Südfrüchten etwas verwöhnten Konsumenten können durch Züchtung von geschmacklich hochwertigen Sorten weitgehend erfüllt werden. Durch Züchtung auf Früh- und Spätreife und auf spezielle Geschmacksqualitäten kann zudem der Markt wesentlich bereichert werden. Wenn feinschmeckendes Kern- und Steinobst zu einem anständigen Preise erhältlich ist, verzichtet der Konsument eher auf Bananen und Orangen, als wenn ihm auf dem Markte geschmacklich nicht einwandfreie Ware in wenig schönen Sorten zum Ankauf angeboten wird. Dies gilt für alle Kern- und Steinobstarten in gleicher Weise.

B. Die Wege der Sortenzüchtung.

1. Die Selektion von Knospenmutationen.

Umschreibung des Begriffes. — Die Entstehung von Pfropfchimären. — Die Entstehung von Chimären durch Veränderung von Erbanlagen. — Das Vorkommen von Knospenmutationen bei den einzelnen Obstarten. — Die praktische Bedeutung der Knospenmutationen. — Knospenmutation und Degeneration der Sorten.

Die Vererbungsforscher verstehen unter Knospenmutationen (somatischen Mutationen) die Erscheinung, daß Teile einer Pflanze plötzlich ein vom Wesen der übrigen Teile des Individuums verschiedenes Verhalten zeigen und dieses Verhalten bei vegetativer Vermehrung beibehalten. In der gärtnerischen Literatur wird eine auf diese Weise neu gebildete Form auch als *Sport* bezeichnet. Wir wollen uns die ebenso interessante als praktisch bedeutungsvolle Erscheinung anhand einiger Beispiele vergegenwärtigen. Durch Pflanzung des kleinen, purpurbühenden Strauches *Cytisus purpureus* auf den starkwüchsigen, gelb

blühenden *Cytisus Laburnum* wurde eine Form erhalten, deren Gewebe teils der einen, teils der anderen Goldregenform angehört. Es handelt sich im Grunde um einen *Cytisus Laburnum*, der in der Haut von *Cytisus purpureus* steckt. Diese Chimäre, die früher allgemein als „Pfropfbastard“ bezeichnet wurde, heißt *Cytisus Adami*. Sie zeigt hell purpurne Blüten und mittelstarken Wuchs. Nun kommt es häufig vor, daß an Sträuchern dieses *Cytisus Adami* reine *Cytisus-purpureus*- oder *Cytisus-Laburnum*-Zweige entstehen, weil sich aus irgendeinem Grunde Knospen bilden, die einzig das Gewebe der einen oder der anderen Ausgangsform enthalten. Wir können diese Erscheinung als Knospenmutation bezeichnen, die sich von *Cytisus Adami* unterscheidet und durch Pfropfung beibehalten werden kann. Zufälligerweise kennen wir hier die Ausgangsformen, so daß uns die Erscheinung heute nicht mehr in besonderes Erstaunen versetzt.

Solche Chimären finden sich auch bei den nächsten Verwandten unserer Kern- und Steinobstarten, seltener bei diesen selbst. Was darüber bekannt ist, wurde von SWINGLE (1927) zusammengestellt. Am eingehendsten untersucht sind die berühmten *Crataegomespili* von Bronveaux, Formen, die teilweise aus Gewebe des Weißdorns, teilweise aus solchem der Mispel bestehen. Sie sind als Adventivsprosse eines alten, auf Weißdorn veredelten Mispelbaumes entstanden. Ähnliche Formen hat DANIEL (1909) und neuerdings SEELIGER (1926) beschrieben.

Eine Pfropfchimäre zwischen Birne und Quitte ist die von DANIEL aufgefundene *Pyrocydonia Danieli*, während andere als *Pyrocydonien* beschriebene Formen auch anders aufgefaßt werden könnten. Auch beim Apfelbaum sind zwei Fälle beschrieben worden, die wohl als Pfropfchimären aufzufassen sind, der eine von CASTLE (1914), der andere von STOUT (1921). Hier handelt es sich um einen Baum, der Früchte trug, die teilweise aus Gewebe der Sorte King, teilweise aus solchem der Sorte Roxbury Russet zu bestehen schienen. Die Früchte waren nicht an allen Ästen des Baumes gleich beschaffen. Es handelt sich offenbar um eine Sectorialchimäre. Die als *Amygdalopersica Formonti* beschriebene Form (RIVIÈRE und BAILHACHE 1915) ist nach RIVIÈRE und PICHARD (1925) ebenfalls eine Pfropfchimäre, was daraus hervorgeht, daß die geschlechtlich erhaltene Nachkommenschaft durchaus der einen Ausgangsform gleicht und keine Anklänge an die andere aufweist. Der praktische Wert all dieser Chimären ist schon deshalb gering, weil sie sehr oft Triebe bilden, die allein aus dem Gewebe der einen Ausgangsform bestehen, so daß ihre Konstanz bei vegetativer Vermehrung eine ungenügende ist.

Häufig kommen Chimären nicht durch Pfropfung, sondern auf eine andere Weise zustande. Aus irgendwelchen, uns vorläufig nicht erfaßbaren Gründen ändert sich eine Erbanlage in einem Chromosom irgendeines Zellkerns, so daß beispielsweise an Stelle der Fähigkeit, grüne Früchte auszubilden, die Fähigkeit zur Ausbildung einer roten Fruchthaut tritt. Alle aus dieser mutierten Zelle hervorgehenden Tochterzellen enthalten die neue Eigenschaft, so daß sich schließlich ganze mutierte Gewebekomplexe bilden. Das mutierte Gewebe kann vom alten Gewebe in einer oder mehreren Schichten umhüllt werden, oder dieses umhüllen (Periklinalchimären), oder es kann neben dem alten Gewebe liegen (Sectorialchimären). Entsteht nun an einem solchen Gewebe eine Knospe, aus der sich ein neuer Trieb bildet, so liegt eine Knospenmutation vor, die wir durch vegetative Vermehrung festhalten können. Obschon die Entstehung der Chimäre hier in anderer Weise vor sich gegangen ist als bei *Cytisus Adami*, ist doch das Ergebnis auch hier die Knospenmutation.

Daß Chimärenbildung und die Entstehung von Knospenmutationen eng zusammenhängen, geht aus dem folgenden Beispiel hervor. Dem Verfasser

wurde vor einigen Jahren von einem aufmerksamen Obstpflanzler im Kanton St. Gallen mitgeteilt, daß er einen Baum der rotgestreiften Mostapfelsorte Tobiäsler besitze, der oben in der Krone einen Zweig mit Lederäpfeln trage. Eine Veredlung sei ausgeschlossen. Eine Untersuchung durch den Direktor der Versuchsanstalt in Wädenswil, Dr. K. MEIER, führte zu einer vollen Bestätigung der Aussage des Landwirts. Neben den reinen Tobiäslern und der reinen, als Mutation entstandenen Lederreinette fanden sich bei näherem Zusehen auch Tobiäslerfrüchte mit scharf abgegrenzten Sektoren vom Charakter einer Lederreinette, also eigentliche Chimärenfrüchte. Eine ähnliche Chimäre mit dicker Haut im mutierten Sektor hat LAMPRECHT (1926/27) bei der rotgestreiften Sorte Cox' Pomona gefunden. Der mutierte Sektor erinnerte sehr an die Sorte Ribston Pepping, aus der Cox' Pomona als Sämling hervorgegangen sein soll.

Chimärenfrüchte mit scharf abgegrenzten Sektoren von anderer Beschaffenheit der Fruchthaut sind im übrigen sehr häufig, und unsere Versuchsanstalt erhält fast alljährlich solche Formen von Praktikern zugestellt. Am häufigsten sind es wohl die rotgestreiften Apfelsorten, die scharf abgegrenzte, rein rote Sektoren besitzen. Solche Formen waren schon FOCKE (1881) bekannt, wurde aber von ihm, wie auch von manchen neueren Autoren, als Xenien gedeutet. Eine Zusammenstellung solcher Fälle hat DAHLGREN (1927) gegeben. Weniger häufig sind naturgemäß die bekannten Knospenmutationen. Wir wollen im folgenden versuchen, die wichtigsten und klarsten Fälle zusammenzustellen.

Beim *Apfelbaum* ist die bekannteste Knospenmutation der Rote Gravensteiner, der nachweisbar in den vierziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts als Sport des gewöhnlichen Gelben Gravensteiners in einem Garten von Lübeck gefunden wurde. GRAN (1919) hat neuerdings eine rotfrüchtige Sectorialchimäre dieser Sorte beobachtet, was beweist, daß die gleiche Mutation mehrfach entstehen kann. Die rotgestreifte Apfelsorte Säftstaholm hat einen vollständig rotgefärbten Sport geliefert, der von C. und R. FLORIN (1918) unter dem Namen I. P. Bergius beschrieben wird. Ähnlich ist nach BRINGE (1919) die Sorte Rödtt Fuhrepple entstanden. Auch in Amerika sind solche Farbmutationen aufgetreten. So ist Red Russet ein Sport von Baldwin, und HEDRILK (1930) führt als rotfrüchtige Knospenmutationen, die von der Versuchsanstalt Geneva im Staate New York zur Pflanzung empfohlen werden, an: Roter Gravensteiner, Roter Zwanzig-Unzenapfel, Roter Späher (Red Spy), Roter Rome Beauty, Starking und Richared. Die beiden letztgenannten sind Sports der bekannten Sorte Delicious. Seltener findet man Angaben über Mutationen, die sich auf andere Eigenschaften beziehen. Ob die von CARRIERE (1881) beschriebene Beobachtung, daß ein Apfelbaum teilweise apfelförmige, teilweise birnförmige Früchte ausreife, auf einer Knospenmutation beruht, läßt sich wohl nicht mehr mit Sicherheit feststellen, und ob die verschiedenen Nebenformen des Gravensteiners, die beispielsweise NEBEL (1929) anführt, auf Knospenmutationen zurückzuführen sind, oder ob es sich um Sämlinge handelt, die der Muttersorte sehr ähnlich sind, kann wohl kaum entschieden werden.

Angaben über Knospenmutationen bei *Birnen* finden sich in der Literatur seltener. Die berostete Williams Christbirne gilt als Sport der gewöhnlichen. Daß wie bei den Apfelsorten auch bei den Birnen solche berosteten Formen aus unberosteten hervorgehen können, zeigte sich an einem Spalier von Diels Butterbirne in der Versuchsanstalt Wädenswil: ein Zweiglein eines normalen Baumes trug im Jahre 1929 eine völlig berostete Frucht (Abb. 60). BECKER (1922) erwähnt zudem eine Chimärenfrucht von Gute Luise, die einen scharf abgegrenzten berosteten Sektor aufwies. ENNEMOTO und KAKIZAKI (1922) haben auch bei der japanischen Birne Knospenmutationen gefunden.

Über die Bildung von Sports bei *Kirschen* weiß man sehr wenig. CHITTENDEN (1927), der eine sehr wertvolle Zusammenstellung über die Bedeutung der Knospenmutationen gegeben hat, erwähnt, daß bei der roten Maikirsche (May Duke) ein Ast mit mehr länglichen Früchten gefunden wurde, die zudem später reiften.

Zahlreicher sind die bekannten Fälle von Knospenmutationen bei den *Pflaumen*. Nach CHITTENDEN entstand die Rote Magnum Bonum als Sport aus der Gelben Magnum Bonum. Umgekehrt ergab die violettfrüchtige Early Prolific einen Ast mit gelben Früchten. Bekannt ist auch, daß Crimson Drop und Coës Violet als Knospenmutationen von Coës Goldtropfen entstanden sind, und daß ferner Algroves Superb ein Sport der bekannten Sorte Jefferson ist.

Am meisten scheinen die *Pfirsiche* zur Bildung von somatischen Mutationen zu eignen. So sollen nach CHITTENDEN mehrfach unbehaarte Formen (Nektarinen) auf diese Weise aus behaarten entstanden sein. Aber auch der umgekehrte Fall ist bekannt: die Carclew Nectarine lieferte als ungepfropfter Sämling einen

behaarten Sport. Hier ist also, wie bei der Bildung der Roten Magnum Bonum, ein dominantes Merkmal als Neubildung aufgetreten. Die Mutationen des Pfirsichs erstrecken sich offenbar auch auf zahlreiche andere Eigenschaften. So ergab in Montreuil die Sorte Große Mignonne einen später reifenden Sport, der jetzt als Große Mignonne Tardive in den Sortimenten zu finden ist. BLAKE und CONNORS (1915) fanden einen Sport des Elberta-Pfirsichs, der sich durch ein dunkler grünes Blattwerk und gedrungeneren Wuchs auszeichnet. Sonst bezieht sich die Mutation selten zugleich auf zwei oder mehrere Eigenschaften. Einen solchen Fall erwähnt WELDON

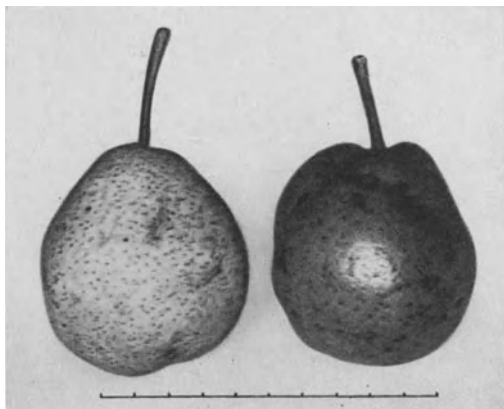


Abb. 60. Eine berostete Knospenmutation von Diels Butterbirne. Links: normale Frucht, rechts: berostete Frucht (infolge von Wanzenstichen etwas abnorm gestaltet). Original.

(1924) für den Ontario-Pfirsich. Die neue Form wies an ihrer Frucht eine dunkelrote Naht auf und war zudem auch in bezug auf die Reifezeit von der Ausgangsform verschieden.

Nachdem wir uns nun anhand von mehr oder weniger gut bekannten Beispielen davon überzeugt haben, daß Knospenmutationen tatsächlich vorkommen, müssen wir uns fragen, welches ihre praktische Bedeutung sei. Welchen Wert haben die Sports im besonderen für die Verbesserung der bestehenden, oder die Bildung von neuen Sorten? Spielen sie etwa in der Frage der schon im vorangehenden Abschnitt erwähnten Sortendegeneration eine Rolle, und welche Konsequenzen ergeben sich für die Frage der Auswahl von Edelreisern?

Die erste dieser drei Fragen ist am leichtesten zu beantworten: die Neubildung von Sorten durch Knospenmutationen spielt keine sehr wesentliche Rolle; wohl haben Formen, wie der Rote Gravensteiner oder die beiden Sports von Coës Goldtropfen, oder die berostete Williams Christbirne in einigen Obstbaugebieten etwelche praktische Bedeutung erlangt. Aber im Vergleich zu den aus Samen entstandenen neuen Sorten ist die Bedeutung der als Knospenmutationen entstandenen doch sehr gering. Eine systematische Auswertung der Sports für die Sortenzüchtung fällt schon deshalb außer Betracht, weil wir

es vorläufig nicht in der Hand haben, die Erscheinung durch irgendwelche Eingriffe nach Belieben auszulösen.

Viel schwieriger ist die Beantwortung der zweiten und dritten Frage. Wir müssen uns zuerst einigen, wie wir die „Sortendegeneration“ definieren wollen. Wir verstehen unter dieser Bezeichnung alle nachteiligen Abweichungen vom Verhalten des ursprünglichen Mutterbaumes, die bei vegetativer Vermehrung dauernd beibehalten werden. Wenn sich also bestimmte Rassen von Krankheitserregern, vor allem von parasitischen Pilzen, auf gewissen Sorten so stark vermehren, daß diese ihnen schließlich mehr oder weniger unterliegen, handelt es sich nicht um eigentliche Sortendegeneration; denn die Sorte wird durch eine nicht in ihr selbst bedingte Veränderung ruiniert. Seitdem WIESMANN (1931) und JOHNSTONE (1931) gezeigt haben, daß sowohl der Apfel- als auch der Birnschorf (*Fusicladium dendriticum* und *Fusicladium pyrinum*) in physiologische Rassen zerfallen, gewinnt die Auffassung an Boden, daß die Wertverminderung gewisser Sorten mit eigentlicher Sortendegeneration nichts zu tun habe, sondern auf einer zu starker Auswirkung kommenden Spezialisierung bestimmter Pilzrassen beruhe. Aber auch nach Ausschaltung dieser Fälle bleiben noch verschiedene Formen von Degeneration möglich, die wir im folgenden zusammenstellen wollen:

1. Der Wert einer Sorte kann sich infolge eines eigentlichen physiologischen Alterns vermindern, das durch die stetige vegetative Vermehrung bedingt ist. Diese viel gehörte Theorie der Sortendegeneration läßt sich auf Grund der heute bekannten Tatsachen weder beweisen noch ablehnen.

2. Es können, ähnlich wie etwa bei dem eingehender untersuchten „Abbau“ der Kartoffelsorten, Viruskrankheiten überhandnehmen, die durch Pfropfung verschleppt werden. Diese Theorie wird vor allem von RIETSEMA (1930) verteidigt.

3. Es können Knospenmutationen auftreten, die eine unerwünschte Sortenverschlechterung bedeuten.

In diesem Zusammenhang interessieren uns hauptsächlich die zweite und dritte der erwähnten Möglichkeiten. Es wird aber in der Praxis recht schwierig, und ohne eingehende Infektionsversuche gar nicht möglich sein, zu unterscheiden, ob eine vorliegende Verschlechterung im Verhalten einer vegetativ vermehrten Sorte auf eine Viruskrankheit oder auf eine Knospenmutation zurückzuführen sei. In beiden Fällen müssen bei der Vermehrung die gleichen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden: die kranken bzw. mutierten Formen müssen von der Verbreitung ausgeschlossen werden. Wenn es sich dagegen bei der „Sortendegeneration“ um eigentliches physiologisches Altern der Sorte, oder auch um ein Umsichgreifen eines parasitischen Pilzes handelt, könnte durch eine solche Maßnahme nichts erreicht werden.

Über die praktische Bedeutung der unter 2 und 3 genannten Möglichkeiten ist man sich durchaus nicht klar. Einige amerikanische Forscher, namentlich GARDNER (1920), CUMMINGS (1921) und CUMMINGS und JENKINS (1926) wählten zur Veredlung Holz von schlechten und von guten Bäumen der gleichen Sorte. Die spätere Entwicklung der Edelreiser zeigte deutlich, daß es sich im Verhalten der Mutterbäume nicht um innere Verschiedenheiten handelte. Die Abkömmlinge von hochwertigen und von wenig brauchbaren Bäumen waren durchschnittlich gleich wertvoll. Auch DORSEY (1918) und SAX und GOWEN (1923) kamen zu denselben Ergebnissen. Dürfen wir aber daraus den Schluß ziehen, daß bei der Auswahl der Edelreiser unserer Obstsorten keine besondere Sorgfalt nötig sei? Wenn wir bedenken, daß bei anderen vegetativ vermehrten Pflanzen, wie Kartoffeln, Erdbeeren (GARDNER 1920) und namentlich bei den Orangen

und den ihnen verwandten Früchten (SHAMEL, POMEROY und CARYL 1929), sowie bei der Rebe durch Auswahl des Vermehrungsmaterials sehr wesentliche Erfolge erzielt werden können, wird man auch bei der Edelreisergewinnung der Obstarten vorsichtshalber möglichst auf gesunde, tragbare, dem Sortentypus entsprechende Bäume achten. Dies um so mehr, als einzelne Fälle bekannt sind, daß von wertvollen Sorten geringwertige Nebenformen existieren, die sich durch hochgradige Unfruchtbarkeit auszeichnen. Man braucht nur an das allbekannte Beispiel der weitgehend sterilen Nebenformen der Schattenmorelle zu erinnern. Eine unfruchtbare Spielart der Süßkirsche Schwarze Tatarische, die sich zudem durch Mißbildungen des Blattes vom Sortentypus unterscheidet, und wahrscheinlich als Knospenmutation aufzufassen ist, hat neulich auch KINMAN (1930) aus Kalifornien beschrieben. Ähnliche Erscheinungen wären wohl bei näherem Zusehen noch da und dort aufzufinden.

2. Die Auswertung von Zufallssämlingen.

Zufallssämlinge in Baumschulen. — Aussaat von Samen durch Liebhaber. — Wildlinge aus Wäldern.

Im Baumschulbetrieb werden sehr zahlreiche Sämlinge unserer Obstarten veredelt. In weitaus den meisten Fällen weiß man nicht, was für Früchte sie gebracht hätten. Nur wenn gelegentlich eine Veredlung fehlschlägt, oder ein besonders schöner Sämling unveredelt bleibt, zeigt sich in späteren Jahren, welchen Wert seine Früchte haben. Sind sie wertvoll, so kann der Sämling durch Pfropfung vermehrt werden — und eine neue Sorte ist entstanden.

Häufig werden Samen von Obstbäumen durch Liebhaber ausgesät und die entstehenden Sämlinge auf ihren Wert geprüft. Vielfach werden auch Samen von unseren Obstbäumen durch Vögel in die Wälder verschleppt. Sie gehen dort auf, und an den Sämlingen zeigen sich später oft recht schöne Früchte. Manche wertvolle Sorte wurde als Wildling im Walde aufgefunden. Diese Entstehung der Sorten ist vor allem in jenen Obstbaugebieten häufig, wo die Veredlungsunterlagen als Wildlinge im Walde gegraben werden. So trifft man beispielsweise in den Wäldern der Kirschengegenden des Kantons Baselland zahlreiche verwilderte Süßkirschen. Unter diesen wurden schon sehr wertvolle Sorten gefunden. Ein typisches Beispiel für eine solche Sortenentstehung ist die in dem erwähnten Gebiet sehr wichtige Sorte Langstieler. Diese wurde früher in der Ortschaft Muttenz als „Wildzweigte“, das heißt wild gezweigte oder wild gepfropfte bezeichnet, ein Name, der deutlich auf ihren Ursprung hinweist.

Alle diese Entstehungsformen der Sorten sind dadurch gekennzeichnet, daß eine bestimmte züchterische Absicht und Überlegung fehlt. Die entstehenden Formen sind deshalb Zufallssämlinge im eigentlichen Sinne des Wortes. Wenn auch nicht zu bestreiten ist, daß sehr wertvolle Sorten auf eine solche Entstehung zurückgehen, so liegt es doch auf der Hand, daß eine Züchtung mit klarem Zuchtziel zu einer verhältnismäßig viel größeren Zahl von wertvollen neuen Formen führen müßte.

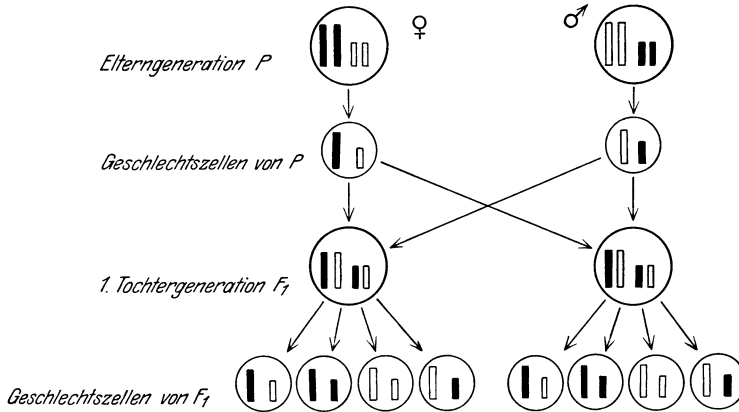
3. Die systematische Sämlingszüchtung.

a) Die genetischen und cytologischen Voraussetzungen.

Chromosomenmechanismus und Vererbung. — Die MENDELSchen Regeln. — Koppe-
lung und Faktorenaustausch. — Die Bedeutung der Polyploidie. — Züchtung mit abnorm
chromosomigen Sorten. — Das Verhalten von Artbastarden.

In den letzten Jahren sind gleichzeitig an verschiedenen Orten bei Kern- und Steinobstarten eingehende cytologische Untersuchungen durchgeführt

worden, die uns über die Aussichten und Wege einer systematischen Sortenzüchtung wertvolle Grundlagen zu geben vermögen. Weniger aufschlußreich sind dagegen die Untersuchungen über die Vererbungserscheinungen, da solche Arbeiten naturgemäß sehr langfristig sind.



↗	→				
↓	♀	♂			
		↓	↓	↓	↓
→	♀	♂	♂	♂	♂
→	♀	♂	♂	♂	♂
→	♀	♂	♂	♂	♂
→	♀	♂	♂	♂	♂
→	♀	♂	♂	♂	♂

Abb. 61. Schema der Chromosomenkombination bis zur F₂-Generation bei 2 Chromosomenpaaren. Erklärung im Text. Original.

Wir haben bei einer anderen Gelegenheit (S. 85—92) die normale Bildung der Geschlechtszellen unserer Kern- und Steinobstarten eingehend verfolgt und den wichtigen Vorgang der Reduktionsteilung beschrieben. Um eine Wiederholung zu vermeiden, muß hier auf diesen Abschnitt verwiesen werden. Zum leichteren Verständnis des Vererbungsgeschehens wollen wir uns lediglich das Verhalten der Chromosomen, in denen wir uns die Erbanlagen lokalisiert denken müssen, anhand eines Schemas noch einmal vergegenwärtigen (Abb. 61). Wir denken

uns der Einfachheit halber ein Lebewesen, das nur zwei Chromosomenpaare besitzt. Bei der Reduktionsteilung, die der Bildung der weiblichen und männlichen Geschlechtszellen vorangeht, wird die Chromosomenzahl auf die Hälfte reduziert, so daß in unserem Fall in jede Geschlechtszelle nur je ein Paarling eines jeden Paares gelangt. Tritt nun zwischen den männlichen und weiblichen Geschlechtszellen eine Verschmelzung ein, so kommen wiederum zwei Chromosomenpaare zustande, und zwar besitzen die Tochterindividuen je zwei Paarlinge des Vaters und je zwei der Mutter. Wenn nun die Individuen der ersten Generation neuerdings Geschlechtszellen bilden, so werden diese, wie aus dem Schema hervorgeht, in bezug auf ihren Chromosomensatz ungleichwertig. Ein Teil besitzt nur großmütterliche, ein Teil nur großväterliche und die übrigen sowohl großmütterliche als auch großväterliche Chromosomen. Bei der Befruchtung kombinieren sich diese Geschlechtszellen nach dem Zufall, so daß in bezug auf die Chromosomensätze die zweite Generation ganz verschiedene Individuen besitzt. Ein Sechzehntel enthält nur großmütterliche, ein Sechzehntel nur großväterliche, und die übrigen $\frac{14}{16}$ Sechzehntel sowohl großmütterliche als auch großväterliche Chromosomen.

Die Vererbungsgesetze, die von MENDEL und späteren Vererbungsforschern auf experimentellem und statistischem Wege herausgefunden wurden, entsprechen genau diesem Chromosomenmechanismus. Sie seien kurz zusammengestellt:

Werden zwei Rassen, die sich nur in einem einzigen erblichen Merkmal voneinander unterscheiden, gekreuzt, so zeigen normalerweise alle Individuen der ersten Bastardgeneration (F_1 -Generation) in bezug auf dieses Merkmalpaar das gleiche Verhalten. Entweder gleichen alle völlig der Muttersorte oder völlig der Vatersorte, oder sie nehmen eine Zwischenstellung ein. In allen Fällen sind in den Individuen der ersten Bastardgeneration beide Merkmale des betreffenden Merkmalpaares enthalten. Man bezeichnet sie deshalb als *heterozygot*, während ihre Eltern, in denen nur je das eine Merkmal vorhanden ist, *homozygot* genannt werden.

Gleichen die F_1 -Bastarde der einen Elternform, so wird das in der ersten Bastardgeneration zur Geltung kommende Merkmal als *dominant*, das nicht auftretende des anderen Elters als *rezessiv* bezeichnet.

Kreuzt man Individuen der ersten Bastardgeneration, bei denen sich das eine Merkmal als dominant erwiesen hatte, gegenseitig, so zeigen drei Viertel der Individuen der zweiten Bastardgeneration (F_2 -Generation) das dominante und ein Viertel das rezessive Merkmal, das also bei den Enkeln wiederum in Erscheinung tritt. Von den Individuen der F_2 -Generation, die das dominante Merkmal zeigten, erweist sich ein Drittel in bezug auf das dominante Merkmal als erbkonstant, während die übrigen zwei Drittel sich verhalten, wie die Individuen der F_1 -Generation.

Nahmen die Individuen der F_1 -Generation in bezug auf das Merkmalpaar zwischen ihren Eltern eine Zwischenstellung ein, so erhält man in der F_2 -Generation ein Viertel Individuen, die das eine, ein Viertel, die das andere Merkmal rein aufweisen, während zwei Viertel wiederum ein intermediäres Verhalten zeigen. Man nennt dieses Hervortreten der großelterlichen Eigenschaften in der F_2 -Generation das Aufspalten der Bastarde.

Werden zwei Rassen miteinander gekreuzt, die sich in zwei Merkmalspaaren voneinander unterscheiden, so erhält man wiederum eine gleichmäßige F_1 -Generation, deren Individuen aber normalerweise viererlei verschiedene Geschlechtszellen in je gleicher Zahl zur Ausbildung bringen. Das Verhalten der F_2 -Generation ist leicht verständlich, wenn man sich das Schema der Abb. 61

vergegenwärtigt und sich in den langen Chromosomen das eine, in den kurzen das andere Merkmalpaar lokalisiert denkt, und zudem schwarz ausgezogen als dominant und weiß als rezessiv annimmt. Durch die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten zwischen den verschiedenartigen väterlichen und mütterlichen Geschlechtszellen kommt eine bunte F_2 -Generation zustande, in der auch neue Kombinationen zwischen den großelterlichen Merkmalen möglich sind. Man spricht von der *freien Kombination der Erbmerkmale*. So stellt ein Sechzehntel der Individuen die Kombination mit lauter dominanten Merkmalen, ein Sechzehntel diejenigen mit lauter rezessiven dar, ein weiteres Sechzehntel entspricht der Zusammensetzung des Großvaters und ein Sechzehntel derjenigen der Großmutter. Alle diese vier Sechzehntel sind in bezug auf die zwei Merkmalspaare homozygot und deshalb erbkonstant, während die übrigen zwölf Sechzehntel aus heterozygoten und daher nicht erbkonstanten Formen bestehen. Je nach den Dominanzverhältnissen hat die F_2 -Generation äußerlich ein verschiedenartiges Aussehen. Wenn beispielsweise für beide Merkmalspaare völlige Dominanz vorhanden ist, so erhalten wir folgende Verteilung:

- 9 Sechzehntel zeigen die beiden dominanten Merkmale.
- 3 Sechzehntel zeigen nur das eine dominante Merkmal.
- 3 Sechzehntel zeigen nur das andere dominante Merkmal.
- 1 Sechzehntel zeigt keines der dominanten Merkmale.

Wenn die Individuen der ersten Bastardgeneration in bezug auf die beiden Merkmalspaare intermediäres Verhalten zeigen, so wird die zweite Bastardgeneration noch viel bunter, weil in diesem Fall auch die heterozygoten Formen ein besonderes Aussehen haben.

Wir können hier auf Einzelheiten dieser MENDELSchen Vererbungsgesetze nicht eintreten, und wollen nur als wichtige Tatsache festhalten, daß nach Kreuzungen von Formen, die sich in zwei oder mehr Merkmalspaaren voneinander unterscheiden, in der zweiten Generation neue Kombinationen auftreten. Ersichtlich ist auch, daß in der zweiten Bastardgeneration Individuen, welche die dominanten Merkmale zeigen, viel häufiger sind als solche mit rezessiven Merkmalen. Diese Tatsache hat in der Sortenzüchtung eine sehr große Bedeutung, da die meisten Merkmale, welche den Wert einer Kulturpflanze ausmachen, rezessiv sind, während die entsprechenden Merkmale der Wildformen sich als dominant erweisen.

Unterscheiden sich die beiden bastardierten Individuen in mehr als zwei Merkmalspaaren, so wird die Aufspaltung der F_2 -Generation noch viel mannigfaltiger. Da nun unsere Obstsorten mit Ausnahme der Quitten und Pfirsiche und vielleicht auch einiger Aprikosen sehr kompliziert zusammengesetzte Bastarde darstellen, erscheint ihr erbliches Verhalten äußerst kompliziert. Wenn wir zwei Sorten miteinander kreuzen, so erhalten wir nicht, wie in den angeführten Beispielen, eine einheitliche erste Bastardgeneration, weil jede Sorte schon selbst in bezug auf sehr viele Merkmale heterozygot ist und deshalb aufspaltet. Trotzdem ist auf Grund von zahlreichen Züchtungsversuchen das Verhalten der einzelnen erblichen Eigenschaften analysierbar. Leider sind, wie wir in den nächsten Abschnitten sehen werden, noch sehr wenige Merkmalspaare auf ihr Verhalten genügend untersucht.

Das soeben besprochene Prinzip der freien Kombination der Erbanlagen wird in *einem* Fall durchbrochen: wenn nämlich zwei oder mehrere Erbmerkmalspaare im gleichen Chromosom lokalisiert sind. Liegen beispielsweise die dominanten Eigenschaften *A* und *B* im gleichen Chromosom und die entsprechenden rezessiven *a* und *b* im dazugehörigen Paarling lokalisiert (Abb. 62), so müßte *A* und *B* infolge der Konstanz der Chromosomen in einem Individuum

immer entweder gleichzeitig vorhanden sein oder gleichzeitig fehlen. Sie sind, wie man sich ausdrückt, *erblich gekoppelt*. Das gleiche gilt für die entsprechenden rezessiven Eigenschaften. Es gibt somit bei einer Pflanzen- oder Tierart so viele Koppelungsgruppen, als Chromosomenpaare vorhanden sind. Doch kann, wie namentlich die Untersuchungen der MORGANSchen Schule an der Taufliege, aber auch zahlreiche Forschungen an Pflanzen gezeigt haben, diese Koppelung gelegentlich gelöst werden, indem Stücke der Chromosomen eines Paares in einem gewissen Zeitpunkt der Kernteilung miteinander ausgetauscht werden (Abb. 62). Die Koppelung der Erbfaktoren wird durch diesen Austausch gelöst, und es können in der Folge Individuen entstehen, die nur noch das eine der dominanten Merkmale aufweisen, während das andere durch das entsprechende rezessive ersetzt ist. Man bezeichnet die Auflösung der Koppelung häufig mit dem englischen Ausdruck als *Crossing-over*. In der deutschen Literatur bürgert sich dafür mehr und mehr die Bezeichnung „Austausch der Erbfaktoren“ oder *Faktorenaustausch* ein. Es unterliegt keinem Zweifel, daß solche Koppelungen auch bei unseren Obstarten vorhanden sind, doch kennen wir, wie wir später sehen werden, hier diese Erscheinungen noch sehr ungenau.

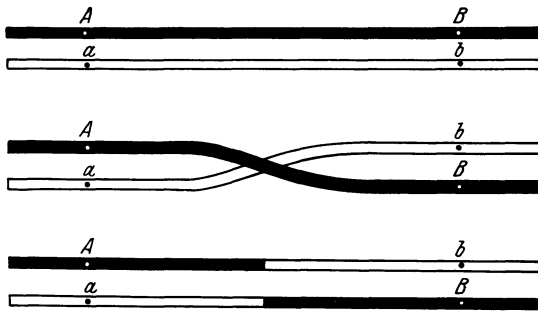


Abb. 62. Schema des Crossing-over (Faktorenaustausch). Erklärung im Text. Original.

Bei den Sauerkirschen sowie den Pflaumen und Zwetschgen der *Domesticagruppe* werden wohl eingehende Untersuchungen der Vererbungserscheinungen Abweichungen vom normalen Verhalten ergeben. DARLINGTON (1927) hat auf diese Möglichkeit als erster hingewiesen. Es handelt sich um folgende Erscheinung. Die Chromosomengrundzahl der Gattung *Prunus* ist $n = 8$. Die Sauerkirschen besitzen in ihren Geschlechtszellen

(haploid) 2×8 und die Zwetschgen und Pflaumen der *Domesticagruppe* 3×8 Chromosomen. Aus der Kreuzung *Prunus domestica* \times *P. cerasifera* ($n = 8$) wurde in der JOHN INNES Horticultural Institution von CRANE ein Bastard erhalten, der, wie zu erwarten war, $2n = 24 + 8 = 32$ Chromosomen besitzt. Die Untersuchung der Reduktionsteilung dieses Bastards durch DARLINGTON ergab ein nicht ohne weiteres zu erwartendes Verhalten. Es bildeten sich nämlich nicht 8 Chromosomenpaare und 16 überzählige Einzelchromosomen, sondern normalerweise 16 Paare. Die überzähligen *Domesticachromosomen* vermögen sich also ebenfalls zu paaren. Wir können daraus schließen, daß der Chromosomensatz dieser Steinobstart aus 6×8 einander homologer Chromosomensätzen besteht. Bei der Reduktionsteilung steht also nicht jedem Chromosom ein einziger Partner zur Verfügung, sondern deren fünf, nämlich einer aus jedem Achtersatz. Ob die Kombination zwischen den homologen Angehörigen der Achtersätze wirklich völlig frei ist, oder ob gewisse Paarungen vorgezogen werden, ist allerdings vorläufig in keiner Weise untersucht. Doch können wir damit rechnen, daß die Kombinationsmöglichkeit der elterlichen Erbanlagen um ein Vielfaches gesteigert ist, wie DARLINGTON bereits rechnerisch dargelegt hat. Als Konsequenz für die Sortenzüchtung ergibt sich, daß wir mit einer riesigen Mannigfaltigkeit der erhaltenen Sämlinge rechnen müssen. Tatsächlich hat denn auch CRANE (1921) aus den Aussaaten von Samen, die er durch Selbstbestäubung von einigen Pflaumensorten erhielt, ein sehr buntes Durcheinander von Sämlingen erhalten. Da in diesen 6 Achtersätzen

eine Erbanlage 6-, 5-, 4-, 3-, 2-, 1- oder 0-mal vorhanden sein oder durch eine andere entsprechende Erbanlage (durch ein Allel) ersetzt sein kann, werden wir wohl auch Abweichungen von den MENDELSchen Regeln finden, aus denen wir dann, allerdings nur anhand eines sehr großen Beobachtungsmaterials, umgekehrt Rückschlüsse auf die genetische Konstitution ziehen können. Für die Sortenzüchtung dürfte dieses Verhalten von sehr großer Bedeutung sein. Sicherlich wird die Mannigfaltigkeit der Züchtungsprodukte sehr wesentlich erhöht, und es ist wohl kein Zufall, daß schon ein römischer Schriftsteller von der „ingens turba prunorum“, einer ungeheuren Zahl von Pflaumensorten, spricht. Von größter Bedeutung ist sodann, daß wertvolle Eigenschaften, z. B. Anlagen für die Ausbildung eines besonderen Geschmacks, für die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten usw. mehrfach vorhanden sein und so besonders deutlich hervortreten können.

Ein ähnliches Verhalten dürften auch die 4 Achtersätze der Sauerkirschen-Gruppe zeigen, so daß wir die gleichen Überlegungen auch für diese Obstart durchführen könnten. DARLINGTON und MOFFET (1930) stellten ferner auf Grund von Beobachtungen der Reduktionsteilung von Apfelsorten die Hypothese auf, daß der Chromosomensatz von $n = 17$ der Gattungen *Pyrus* und *Malus* auf die Grundzahl 7 zurückzuführen sei, indem 3 Chromosomen dreimal und 4 zweimal vertreten seien ($3 \times 3 + 4 \times 2 = 9 + 8 = 17$). Ob die tatsächlich beobachteten Abnormitäten der Reduktionsteilung auch bei normalchromosomigen Apfel- und Birnsorten zu Abweichungen von den MENDELSchen Gesetzmäßigkeiten führen, ist noch nicht zu entscheiden.

Wenn wir die züchterischen Verbesserungen unserer kultivierten Obstarten auf Grund von Kreuzungen von normalchromosomigen Rassen der gleichen Art vornehmen, so werden wir nur bei Sauerkirschen sowie Pflaumen und Zwetschgen der *Domestic*gruppe auf abnormale Verhältnisse stoßen. Kleinere Abweichungen von der Norm sind allerdings auch bei Apfel- und Birnsorten nicht ausgeschlossen. Im übrigen dürfen wir eine Kombinationszüchtung auf Grund der MENDELSchen Gesetzmäßigkeiten betreiben, so daß wir bestimmte, von uns erwünschte Kombinationen vorausberechnen können, sobald die Dominanz- und Koppelungsverhältnisse der in Betracht kommenden Erbfaktoren bekannt sind. Es bieten sich also hier, abgesehen von der Langfristigkeit und den Erschwerungen durch die Selbststerilität und die noch zu besprechende Inzuchtwirkung, keine besonderen Schwierigkeiten.

Anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn wir mit abnormchromosomigen Sorten züchten, oder wenn wir Bastardierungen verschiedener Arten ausführen.

Wir haben in einem andern Abschnitt bereits gesehen, daß ein bedeutender Teil der kultivierten Apfel- und Birnsorten nicht die normale diploide Chromosomenzahl $2 \times 17 = 34$, sondern die abnorme triploide von $3 \times 17 = 51$ besitzt, und daß unter diesen Sorten wirtschaftlich sehr wertvolle vorhanden sind. Es stellt sich nun für uns die Frage, ob wir solche Sorten mit Erfolg für die Züchtung heranziehen können, und zu welchen Ergebnissen wir gelangen würden. Von vornherein können wir annehmen, daß sie als Vatersorten nur mit sehr geringem Erfolg benutzbar sind, da ihr Pollen, wie wir gesehen haben, zur Befruchtung sozusagen völlig untauglich ist. Dagegen bilden solche Sorten teilweise keimfähige Samen aus. Wir wissen aus den Abschnitten über die Geschlechtszellenbildung bei triploiden Sorten, daß ihre Eizellen selten die normale Chromosomenzahl $n = 17$ und wohl noch seltener die diploide $n = 34$ besitzen, daß ihre Chromosomenzahl vielmehr zwischen 17 und 34 schwankt. Wir haben auch bereits gesehen, daß — nach der Befruchtung mit normalem

Pollen — ein Teil der entstehenden Samen frühzeitig zugrunde geht, und daß sich aus den übrigen Keimpflanzen mit Chromosomenzahlen entwickeln, die meist zwischen 34 und 51 schwanken. Solche Sämlinge sind, soweit die Erfahrungen reichen, schwachwüchsig und deshalb für die Sortenbildung unbrauchbar. Einzelne diploide Rückschläge scheinen gelegentlich vorzukommen, wie die von Ribston Pepping stammende Cox' Orangen-Reinette und ein Gravensteiner-sämling aus der Versuchsanstalt von Wädenswil zeigen. Die Sortenzüchtung auf Grund von triploiden Sorten scheint somit nach den bisherigen Erfahrungen nicht besonders große Aussichten zu bieten. Doch sind weitere Versuche durchaus am Platz, da Sorten mit überzähligen Chromosomen dadurch wertvoll werden können, daß in ihnen die Erbanlagen für wertvolle Eigenschaften dreifach enthalten sein können. Die bisherigen Erfahrungen scheinen darauf hinzuweisen, daß triploide Sorten zur Hauptsache nicht aus triploiden entstehen, sondern daß sie aus Kombinationen zwischen normalen und diploiden Geschlechtszellen von diploiden Sorten neu hervorgehen, wobei wahrscheinlich in den meisten Fällen die Pollenkörner den verdoppelten Chromosomensatz mit sich bringen. Je einen triploiden Sämling der diploiden Sorten Champagner-Reinette und Wintergoldparmäne hat RYBIN (1927) beschrieben. Die Tatsache, daß unter den Apfel- und Birnsorten die triploiden eine recht bedeutende Rolle spielen, legt den Schluß nahe, daß die Triploidie irgendwie für die Ausbildung wertvoller Eigenschaften von Bedeutung sei. Es wäre deshalb wichtig, einen Weg zu kennen, um möglichst zahlreiche diploide Geschlechtszellen zu gewinnen. Vielleicht läßt sich durch eine Erhöhung der Temperatur zur Zeit der Reduktionsteilung etwas erreichen.

Unter den Apfel- und Birnsorten sind bis jetzt Formen mit einzelnen überzähligen Chromosomen nicht bekannt geworden. Ob ihnen, ähnlich wie bei entsprechenden englischen Süßkirschensorten, auf die wir in einem anderen Abschnitt zurückkommen werden, praktische Bedeutung zukäme, läßt sich nicht von vornherein entscheiden. Unter den Sämlingen von triploiden könnten solche Typen wohl gefunden werden.

Unbekannt sind ferner vorläufig unter den kultivierten Apfel- und Birnsorten tetraploide Formen. Sie können entweder, wie dies auch bei anderen Pflanzen beobachtet wurde, als Knospenmutation oder durch Befruchtung einer diploiden Eizelle mit einem diploiden Pollenkorn entstehen. Daß diploide Eizellen ausnahmsweise gebildet werden, zeigt die an einer anderen Stelle besprochene Ooapogamie von Transparent von Croncels.

Sehr unübersichtlich werden die Verhältnisse, sobald wir uns bei unseren züchterischen Arbeiten nicht auf die Kreuzung von Rassen beschränken, sondern die Neubildung von Formen auf die Bastardierung von Arten stützen; denn das erbliche Verhalten von Artbastarden zeigt, je nach den Kombinationen, die gerade vorliegen, die größten Mannigfaltigkeiten. Wir wollen im folgenden die möglichen Fälle zusammenstellen, um dann auf Einzelheiten in den nächsten Abschnitten bei Besprechung der züchterischen Verbesserung der einzelnen Obstarten näher einzugehen.

1. Die beiden Elternarten stimmen in ihrer Chromosomenzahl miteinander überein und ihre Chromosomensätze sind einander homolog. In diesem Fall verhält sich der Artbastard wie ein Rassenbastard und zeigt normale Reduktionsteilung und gewöhnliche Mendelspaltung. So dürften sich etwa Bastarde zwischen kultivierten diploiden Apfelsorten und dem nahe verwandten rotblättrigen *Malus Niedzwetzkyana* oder anderen nahe verwandten Arten aus der Untergattung *Eumalus* erhalten, und wir fänden deshalb wohl dieselben Verhältnisse, wie sie KOBEL (1929) bei den Rebenbastarden der *Euvitis*gruppe be-

schrieben hat. Auch Bastarde zwischen den Arten *Prunus nigra* und *Prunus americana* und anderen nahe verwandten 8-chromosomigen Arten der Untergattung *Euprunus* dürften sich in ähnlicher Weise verhalten.

2. Die beiden Elternarten stimmen in ihrer Chromosomenzahl überein, aber die Chromosomensätze sind nicht homolog. Da eine genügende Paarung der Chromosomen unmöglich ist, wird die Reduktionsteilung, und damit die Bildung der Geschlechtszellen, gestört. Weitgehende Sterilität ist die Folge. Solches Verhalten dürften etwa die Bastarde zwischen Süßkirschen und *Prunus Mahaleb* zeigen. Zwischen der ersten und der zweiten Gruppe kommen oft Übergänge vor. So zeigten die von DARLINGTON (1928, 1930) untersuchten Bastarde zwischen japanischer Pflaume und Kirschkpflaume (*Prunus triflora* × *Prunus cerasifera*), zwischen japanischer Pflaume und Pfirsich (*Prunus triflora* × *Prunus persica*) und zwischen Pfirsich und Mandel (*Prunus persica* × *Prunus Amygdalus*) in der Diakinese eine weitgehende Paarung der Chromosomen. Die Bildung von Geschlechtszellen scheint trotzdem weitgehend gestört zu sein, da sich diese Bastarde bis jetzt als sehr weitgehend steril erwiesen haben.

3. Die beiden Eltern haben ungleiche Chromosomenzahl; aber die Chromosomen des Bastardes paaren sich dennoch restlos. Dieses Beispiel liegt uns vor in dem von DARLINGTON untersuchten Bastard *Prunus domestica* × *Prunus cerasifera*, wie bereits oben erwähnt wurde. Der Bastard ist aber trotz der mehr oder weniger normal aussehenden Reduktionsteilung weitgehend steril und scheint keine besonders brauchbare Grundlage für weitere züchterische Arbeiten zu sein.

4. Die beiden Eltern haben ungleiche Chromosomensätze; die Chromosomen des Bastardes paaren sich nicht restlos. Ein solches Verhalten, das demjenigen der triploiden Apfel- und Birnsorten entspricht, zeigt beispielsweise die von DARLINGTON untersuchte Form „*Prunus avium nana*“, die wahrscheinlich ein Bastard zwischen Süß- und Sauerkirsche ist. Sie hat $2n = 24$ Chromosomen. Man könnte erwarten, daß bei der Reduktionsteilung 8 Paare und 8 Einzelchromosomen auftreten. In Wirklichkeit findet man aber wechselnde Zahlen von 1-, 2- und 3-wertigen Chromosomen, was ähnliche Unregelmäßigkeiten zur Folge hat, wie wir sie bei der Pollenbildung der abnormchromosomigen Apfel- und Birnsorten beschrieben haben. Die Form scheint völlig oder sehr weitgehend steril zu sein.

Überblicken wir diese Zusammenstellung, so scheint einzig die erste Gruppe von Artbastarden für die Züchtung von neuen Formen brauchbar zu sein, da in den anderen eine ausgesprochene Sterilität auftritt. Dennoch können auch Bastarde zwischen Formen mit sich nicht entsprechenden Chromosomensätzen unter Umständen zu wertvollen Ergebnissen führen. Solche Vorkommnisse sind allerdings selten, aber dann gelegentlich von größter Tragweite. Wir haben soeben das Verhalten eines sterilen Bastardes zwischen Süß- und Sauerkirsche besprochen. Wenn wir daraus den Schluß ziehen wollten, daß alle Bastarde zwischen diesen beiden Obstarten steril und wertlos seien, so würden wir uns wahrscheinlich täuschen. Es ist nämlich möglich, daß sich eine diploide Geschlechtszelle der Süßkirsche mit 16 Chromosomen mit einer ebenfalls 16-chromosomigen normalen Geschlechtszelle der Sauerkirsche vereinigt. Wir erhalten damit einen Bastard mit $16 + 16$ Chromosomen, der mehr oder weniger normale Reduktionsteilung aufweist, da offenbar der Achtersatz der Süßkirsche mit jedem der beiden Achtersätze der Sauerkirsche homolog ist. Solche Formen können deshalb recht fruchtbar sein und zu Sorten werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der größte Teil der als Bastardkirschen und Süßweichseln bezeichneten Formen einer solchen abnormen Artbastardierung seinen Ursprung

verdankt. Ist einmal eine einzige solche Form vorhanden, so werden der Sortenzüchtung neue erfolgreiche Wege geöffnet.

Ferner kann es in seltenen Fällen vorkommen, daß bei solchen Artbastardierungen beide zusammentreffenden Geschlechtszellen diploid sind, so daß wir eine Form erhalten, welche sowohl den mütterlichen als auch den väterlichen Chromosomensatz doppelt enthält. Zum gleichen Ergebnis, der Summierung der doppelten Sätze beider Eltern, können auch andere Wege führen, so beispielsweise die Bildung von somatischen Mutationen mit verdoppelter Chromosomenzahl. Wir müssen hier darauf verzichten, diese Möglichkeiten im einzelnen zu besprechen. In allen Fällen ist aber das Ergebnis eine fruchtbare Form; denn die Chromosomen jedes Elters vermögen nun, weil sie in doppeltem Satz vorhanden sind, für sich eine Reduktionsteilung durchzuführen. Solche Beispiele sind bei Tabakarten, Erdbeeren und anderen Pflanzen in den letzten Jahren mehrfach beschrieben worden.

Unter den Verwandten unserer Obstarten müssen wir als solche Form, wie auch DARLINGTON vermutet, die Loganbeere auffassen, welche die Summe der verdoppelten Chromosomensätze von Himbeere ($n = 7$) und Brombeere, ($n = 14$), also $2n = 2 \times 7 + 2 \times 14 = 42$ besitzt und sich genetisch wie eine neue Art verhält. Vermutlich sind auch die polyploiden Pflaumen und Zwetschgen der *Domesticagruppe* auf eine ähnliche Weise entstanden.

So können also auch aus Kreuzungen von wenig verwandten Formen, die sich in ihren Chromosomensätzen nicht entsprechen, gelegentlich fruchtbare Bastarde entstehen. Leider verfügen wir vorläufig über keine Methode, um diese Bildung von polyploiden Formen experimentell hervorzurufen. Doch dürfte in der Zukunft die Sortenzüchtung auf Grund von Artbastarden noch zu sehr wertvollen Ergebnissen führen, wenn sie auch viel mehr Schwierigkeiten bietet als die Züchtung auf Grund von Rassenbastarden.

b) Die Technik der Sortenzüchtung.

Züchtung mit großen Zahlen von Sämlingen. — Methoden, um frühe Tragbarkeit zu erreichen. — Die Erschwerung infolge Selbststerilität und Inzuchtwirkung.

Die Züchtung neuer Obstsorten bietet gegenüber der Sortenzüchtung bei anderen Pflanzen mancherlei Schwierigkeiten, die namentlich durch die späte Tragbarkeit der Sämlinge, aber auch durch die weitverbreitete Selbststerilität und eine auffallend starke Schwächung durch Inzucht bedingt sind. Auf der anderen Seite verfügt man aber über den unschätzbaren Vorteil, daß man nicht, wie bei den durch Samen vermehrten Pflanzen, auf weitgehende Samenkonstanz züchten muß, daß vielmehr jeder wertvolle Sämling ohne weiteres durch vegetative Vermehrung zur Sorte wird.

Man wird die Technik der Züchtung so gestalten, daß die Schwierigkeiten nach Möglichkeit umgangen und die Vorteile ausgenutzt werden. In allen Fällen aber muß man mit möglichst großen Zahlen von Sämlingen arbeiten, damit die Aussicht, etwas Brauchbares zu erhalten, erhöht wird. Man sollte namentlich auch dafür sorgen, daß nicht nur viele Kombinationen von Sorten, sondern auch von jeder Kombination eine große Anzahl von Sämlingen zur Beobachtung gelangt. Nur so kann man zu verwertbaren Schlüssen über die Vererbungsweise wichtiger Eigenschaften gelangen. Man wird aus dem gleichen Grunde bestrebt sein, möglichst viele der mühsam erhaltenen Samen zur Keimung zu bringen. Die Samen unserer Kern- und Steinobstarten verlangen ein Stratifizieren im Sand und müssen dem Einfluß der Winterkälte ausgesetzt werden. Eingehende Untersuchungen über die Keimfähigkeit und Aufbewahrung von Obstsaamen

haben BAKKE, RICHEY und REEVES (1926), CROOKER (1928), HARRINGTON und HITE (1923) und TUCKEY (1924) veröffentlicht. Es ist nötig, die Töpfe oder Kistchen vor Mäusefraß durch Überspannen mit Drahtnetz zu schützen.

Läßt man die gewonnenen Sämlingspflanzen sich auf ihrer eigenen Wurzel entwickeln, so dauert es viele Jahre, bis die ersten Früchte beobachtet werden können. Zu früheren Ernten, und damit zu einem früheren vorläufigen Urteil über den Wert des Sämlings gelangt man nach dem Vorschlag von HEDRICK und WELLINGTON (1912) dadurch, daß man die Sämlinge durch Ringelung einzelner Äste zur Blütenbildung zwingt. Das gleiche Ziel wird erreicht, wenn man sie frühzeitig auf ältere Bäume oder auf schwachwüchsige Unterlagen pfpflanzt. Das Veredeln der Sämlinge auf ältere Bäume hat aber den Nachteil, daß die Übersicht über die gewonnenen Züchtungen sehr gering wird, und daß unliebsame Verwechslungen schwer zu vermeiden sind. WELLINGTON führt zudem an, daß auf diese Weise sehr viele Sämlinge verlorengehen, und daß man die Wuchsform der Neuzüchtungen nicht kontrollieren könne. Bessere Ergebnisse würde man wohl mit der Veredlung auf schwachwüchsige Unterlagen erreichen. In dieser Methode liegt auch die einzige Möglichkeit, eine große Zahl von Sämlingen auf einem kleinen Raum zu kontrollieren. Es sei zugegeben, daß auch mit dieser Methode Verluste von Sämlingen infolge von Unverträglichkeit mit der gerade gewählten Unterlage, oder infolge von allerhand Schädigungen nicht zu umgehen sind. Aber dieser Nachteil wird durch den soeben erwähnten Vorteil mehr als kompensiert. Die gelegentlich geltend gemachte Befürchtung, daß die Schwachwüchsigkeit, die durch eine solche Veredlung hervorgerufen wird, von dem betreffenden Sämling als Sortenmerkmal beibehalten werde, ist natürlich nicht angebracht, da ja die Sorteneigentümlichkeiten durch die Veredlungsunterlage keineswegs verändert werden. Bei diesem Vorgehen kann man die Zeitdauer der ersten Prüfung der Sämlinge wohl auf die Hälfte reduzieren, und man gewinnt damit Zeit zu einer um so gründlicheren Prüfung der wenigen wertvollen Formen, die nun durch Veredlung auf andere Unterlagen unter verschiedenen Umweltsbedingungen zu erfolgen hat und sich auf Wuchs, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und klimatische Einflüsse, Tragbarkeit, Qualität, Lagerfähigkeit usw. zu erstrecken hat. Es sollte keine Sorte in den Handel gebracht werden, von deren hervorragendem Wert man sich vorher nicht gründlich überzeugt hat. Sonst wird nur der Sortenwirrwarr unnötig vergrößert. Wir haben aber relativ wenige, dafür sehr hochwertige, in ihren wertvollen Eigenschaften möglichst ungleichartige Sorten nötig.

Die geringsten Schwierigkeiten für die züchterische Verbesserung bieten die Obstarten mit völliger Selbstbefruchtung. Manche Pflirsichsorten sind sogar zu weitgehender Samenkonstanz gezüchtet, und der Prozentsatz an wertvollen Sämlingen ist bei keiner Obstart so groß, wie gerade bei diesen Selbstbefruchtern.

Größer sind die Schwierigkeiten bei den Fremdbefruchtern. Wo Selbststerilität experimentell nachgewiesen ist, kann man zwar bei der Kreuzung der Sorten die mühsame Entmannung der Blütenknospen umgehen. Man erhält aber infolge der durch die stetige Fremdbefruchtung bedingten Heterozygotie schon eine äußerst bunte F_1 -Generation. Die Auswahl der Zuchtpflanzen ist in dieser Generation daher sehr schwierig; denn man weiß bei Unkenntnis der Dominanzverhältnisse nicht, welche Merkmale eigentlich in diesen F_1 -Bastarden enthalten sind, und wie sie weiter vererben. Selbstbefruchtung der am wertvollsten erscheinenden F_1 -Formen kommt nicht in Betracht, da man nur sehr wenig Samen gewinnen könnte, und da zudem eine sehr starke Schwächung der Sämlinge durch Inzucht auftreten würde. Diese Inzuchtwirkung wird von allen Forschern (z. B. WELLINGTON, CRANDALLE, MACOUN, CRANE und LANTZ) her-

vorgehoben, die sich mit dieser Frage befaßt haben. Aus dem gleichen Grunde erscheint es auch nicht besonders ratsam, Kreuzungen der F_1 -Bastarde von gleicher Herkunft, oder gar Rückkreuzungen derselben mit der einen Elternsorte durchzuführen. Auch hier müßte, wenn auch schwächer als bei Selbstbefruchtung, eine durchschnittliche Verminderung der Wuchskraft infolge Inzucht auftreten. Man würde daher, wenn es darauf ankommt, eine Kombination von zwei wertvollen Eigenschaften zu erreichen, die in verschiedenen Sorten vorhanden sind, am sichersten zuerst mit zwei ähnlichen Zuchtpaaren arbeiten und die am aussichtsreichsten erscheinenden F_1 -Bastarde verschiedener Herkunft miteinander kreuzen. In vielen Fällen wird man zu diesem etwas komplizierten Vorgehen nicht genötigt sein, da oft schon unter den F_1 -Bastarden sehr wertvolle Kombinationen vorhanden sind. Im einzelnen wird man sich nach dem vorhandenen Material und den bereits bekannten Beobachtungstatistiken zu richten haben.

Auf die Beschreibung der technischen Handgriffe bei Kreuzungen und Selbstbestäubungen brauchen wir hier nicht zurückzukommen, da sie bereits eingehend bei der Besprechung der Befruchtungsversuche erfolgt ist (S. 134—139).

c) Die Züchtung neuer Apfelsorten.

Das erbliche Verhalten einiger Merkmalpaare. — „Gute und schlechte Vererber.“ — Zuchtziele. — Die Züchtung von neuen Veredlungsunterlagen.

Unsere Apfelsorten sind sehr weitgehend selbststeril, und wir haben deshalb bei der züchterischen Verbesserung die dadurch bedingten Erschwerungen in Kauf zu nehmen. Alle Forscher, die auf Grund von Selbstbefruchtung gezüchtet haben, heben die sehr starke Inzuchtwirkung hervor. Die Sämlinge erwiesen sich zum größten Teil als wenig lebensfähig. Man kennt keine einzige brauchbare Sorte, die aus Selbstbefruchtung hervorgegangen wäre.

Durch die Triploidie mancher Sorten wird eine weitere Schwierigkeit verursacht. Wir haben ihre Konsequenzen schon im allgemeinen Abschnitt (S. 235) besprochen.

Zum Studium der Dominanzverhältnisse wichtiger Erbfaktoren eignen sich nur die diploiden Sorten. Es ist über diese wichtigen Fragen leider noch sehr wenig bekannt geworden. Die „Kulturmerkmale“ oder — besser ausgedrückt — diejenigen Erbanlagen, welche den Kulturwert einer Sorte ausmachen, sind nach den Untersuchungen von MACOUN (1923) zum größten Teil rezessiv, während die Anlagen für die entsprechenden „wilden Eigenschaften“ zum größten Teil dominant sind; denn in den Kreuzungen, welche der kanadische Forscher zwischen Kultursorten und der Wildform *Malus baccata* ausführte, kamen die *Baccata*-Merkmale in auffallender Weise zum Durchbruch. Zum gleichen Ergebnis gelangte CRANDALL (1919) auch bei der Kreuzung von Tolman, einer amerikanischen Kultursorte, mit *Malus Toringo*. Die F_1 -Generation zeigte die Schwachwüchsigkeit und Kleinfrüchtigkeit der Wildform. HARTMAN (1929) fand in der Kreuzung von *Malus fusca* mit einer Kultursorte bei einem Teil der Merkmale intermediäres Verhalten; im Säure- und Gerbstoffgehalt ihrer Früchte glichen aber die Sämlinge der Wildform. CRANDALL (1928) hebt zudem hervor, daß viele Kreuzungsprodukte zwischen Wild- und Kulturformen schwachwüchsig seien.

In den F_2 -Generationen von Artbastarden wird man aus diesen Gründen recht selten Kombinationen finden, welche die gewünschten rezessiven Merkmale mit den gewünschten Merkmalen der Wildform — z. B. Frostwiderstandsfähigkeit — kombiniert haben. Die Aussicht, auf Grund von solchen Artbastar-

dierungen qualitativ hochwertige Zuchtprodukte zu erhalten, ist also nicht besonders groß, wie im übrigen auch die Erfahrungen mit Artbastardierungen bei anderen Kulturpflanzen, z. B. den Reben, zur Genüge ergeben haben. Dennoch ist auch beim Apfelbaum die Durchführung von solchen Artbastardierungen namentlich auch für die Unterlagenfrage sehr wertvoll.

Über die Vererbungsverhältnisse derjenigen Merkmale, welche den wirtschaftlichen Wert einer Sorte bedingen, weiß man noch recht wenig. Aus den Veröffentlichungen von HEDRICK und WELLINGTON (1912) und WELLINGTON (1924) und aus derjenigen von AUCHTER (1920) kann man schließen, daß die rote Fruchtfarbe über die gelbe dominiert. LANTZ (1928), der verschiedene Sorten mit Jonathan kreuzte, konnte im allgemeinen diese Beobachtung bestätigen. Nur die rotfrüchtige Sorte Winesap machte eine Ausnahme, indem sie bei Kreuzung mit der rotgelben Jonathan zahlreiche mangelhaft gefärbte Sämlinge ergab. Die Vererbung der roten Fruchtfarbe scheint also nicht in allen Fällen in gleicher Weise bedingt zu sein. Über die Vererbung der häufigen Rotstreifung weiß man noch nichts.

Ein anderes Merkmalpaar, dessen Verhalten durch AUCHTER und andere einigermaßen abgeklärt wurde, ist süß-sauer. Aus Kreuzungen von sauren Sorten können süße Formen hervorgehen, woraus zu schließen ist, daß „süß“ sich rezessiv verhält. Im übrigen scheint nach WELLINGTON auch fettig-ölige Beschaffenheit der Fruchthaut ein rezessives Merkmal zu sein.

Die meisten Eigenschaften, welche den Wert einer Sorte bedingen, werden nicht durch einen einzigen, sondern wohl oft durch eine ganze Anzahl von Faktoren bedingt, so beispielsweise der Geschmack des Fruchtfleisches (Säure-, Gerbstoff-, Zuckergehalt, Gehalt an speziellen Geschmacks- und Duftstoffen), die Beschaffenheit des Fruchtfleisches (fest, weich, trocken, saftig), die Größe der Frucht, die Reifezeit usw. Solche komplex bedingte Eigenschaften werden auf die Nachkommen nur teilweise und in wenig durchsichtiger Weise übertragen. Je nach der Zahl und Bedeutung der vorhandenen dominanten Erbfaktoren, welche für unser Werturteil ausschlaggebend sind, erweisen sich die bestehenden Sorten als „gute“ oder als „schlechte Vererber“. Amerikanische Forscher haben aus dem Wert der erhaltenen Sämlinge derartige Rückschlüsse gezogen. So hält WELLINGTON vor allem die Sorte MacIntosh für die Züchtung als wertvoll, weil zahlreiche ihrer Abkömmlinge von hoher Qualität waren. Ähnliches gilt auch für Späher des Nordens, Delicious und andere, denen OSKAMP (1917) noch die Sorte Winesap beifügt. Andere, wie Grimes Golden, Montgomery und Boikenapfel haben dagegen nur selten wertvolle Nachkommen geliefert. Hervorgehoben sei noch, daß es für die Vererbung der Eigenschaften gleichgültig ist, ob eine diploide Sorte als Mutter- oder als Vaterpflanze verwendet wird.

Es würde unmöglich sein, alle Zuchtziele, die sich für die Obstsortenzüchtung ergeben, zu besprechen. Sie beziehen sich teilweise auf die Edelsorten, teilweise auf die Unterlagen. In manchen nördlichen oder kontinentalen Gebieten wird der Obstbau durch Winterschäden in Frage gestellt. Hier wird vor allem auf Grund von *Malus baccata* gezüchtet, und MACOUN erwähnt auch bereits zwei in ihren qualitativen Eigenschaften befriedigende, aber noch kleinfrüchtige Zuchtprodukte, welche die Winterhärte der Wildform übernommen haben. In anderen Fällen drängt sich die Züchtung von Sorten auf, die gegen bestimmte verheerende Krankheiten und Schädlinge (Schorf, Schrotschußkrankheit, Krebs, Blutlaus) widerstandsfähig sind. An einem dritten Ort fehlt ein gut gefärbter, qualitativ hochwertiger Lagerapfel, der zu den herrschenden klimatischen Bedingungen paßt. In Gebieten mit mehr oder weniger regelmäßig auftretenden

Spätfrösten wird man in der Züchtung sein Augenmerk besonders auf spätblühende Sorten richten usw.

Die schwierige und praktisch sehr bedeutungsvolle Unterlagenfrage, von der wir in einem anderen Zusammenhang eingehend gesprochen haben, ist ebenfalls an verschiedenen Orten, namentlich in den Vereinigten Staaten, von der züchterischen Seite her in Angriff genommen worden. Auch hier sind wiederum verschiedene Zuchtziele möglich: Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, gegen Austrocknung des Bodens oder gegen Frost. Gute Veredlungsfähigkeit mit den wichtigsten Edelsorten, passender Wuchs und vor allem leichte vegetative Vermehrbarkeit mittels Wurzelaufläufem oder Stecklingen sind naturgemäß die wichtigsten Anforderungen, die man an solche Zuchtprodukte stellen muß. An manchen Orten, so vor allem auch in unseren Feldobstbaugebieten, fehlt noch die starkwüchsige, vegetativ leicht vermehrbare Apfelunterlage, die auch im Rasen noch kräftige Bäume ermöglicht. Ob sie durch Kreuzung von ausläuferbildenden, schwachwüchsigen mit ausläuferfreien, starkwüchsigen Sorten schließlich erhalten werden kann, oder ob die Züchtung von Burrknos bildenden, durch Stecklinge vermehrbaren Formen schließlich zum Ziele führen wird, muß erst die Zukunft zeigen.

d) Die Züchtung neuer Birn- und Quittensorten.

Artbastardierungen. — Züchtung neuer Edelsorten und Unterlagen.

Die genetischen und cytologischen Voraussetzungen für die züchterische Verbesserung der Birnsorten sind genau dieselben wie für die Apfelsorten. Auch bei dieser Obstart lassen sich sowohl Artbastardierungen als auch Sortenkreuzungen durchführen. VORONOW (1925) hat aus dem Kaukasus eine Anzahl Wildformen beschrieben, die teilweise als Vorfahren unserer kultivierten Sorten in Betracht kommen. Bastardierungen mit diesen Arten und mit anderen bekannten Wildformen werden vielleicht in der F_2 -Generation zu brauchbaren Ergebnissen führen, obschon MACOUN (1925) in der ersten Generation, ganz ähnlich wie in den entsprechenden Kreuzungsversuchen mit Wildäpfeln, eine sehr geringe Fruchtqualität feststellte. HANSEN (1916) hat Kreuzungen von kultivierten Sorten mit den frostwiderstandsfähigen *Pyrus ovoidea* und *P. betulaeformis* ausgeführt, die man den Kreuzungen mit *Malus baccata* an die Seite stellen kann. Die wichtigsten in Betracht kommenden Artbastardierungen sind aber wahrscheinlich diejenigen zwischen dem Formenkreis der europäischen Birnen mit demjenigen der ostasiatischen, die sich um *Pyrus sinensis* (*Pyrus ussuriensis*) gruppieren. Nach TRABUT (1916) bildet die Birne mit der Quitte einen Gattungsbastard; wenigstens faßt er die schon länger bekannte Form *Cydonia Veitschii*, die er als *Pyronia* bezeichnet, in dieser Weise auf.

Für die züchterische Verbesserung der Edelsorten auf Grund von Sortenkreuzungen hat man noch nicht die geringsten genetischen Grundlagen. Über die Dominanzverhältnisse der wichtigsten Eigenschaften, wie etwa der Ausbildung von schmelzendem Fruchtfleisch, des Gerbstoffgehaltes, der Ausbildung der Gewürzstoffe, der Schalenfarbe, der Fruchtgröße usw., weiß man nichts. Auch über den Zuchtwert einzelner Sorten ist nur sehr wenig bekannt. Wenn man auch, wenigstens mütterlicherseits, die Abstammung einzelner wertvoller Sorten kennt, so lassen sich doch aus solchen Einzelfällen keine brauchbaren Rückschlüsse ziehen.

Große praktische Bedeutung kommt auch bei dieser Obstart der Unterlagenzüchtung zu. Man kennt bis jetzt keine starkwüchsigen Birnwildlinge, die sich baumschulmäßig vegetativ vermehren lassen. Die züchterische Ge-

winnung solcher Formen scheint aber nicht ausgeschlossen, namentlich wenn man seine Zuflucht zu Artbastardierungen nimmt. Daß solche vegetativ vermehrbare Formen entstehen können, zeigt die sogenannte Pineapple pear, die von WOODROOF als Bastard zwischen *Pyrus communis* und *P. serotina* aufgefaßt wird.

Auch über die Vererbungsverhältnisse der Quitten ist man nur sehr mangelhaft orientiert. Eine gewisse Samenkonstanz ist bei dieser Obstart, ähnlich wie beim Pfirsich, infolge der völligen Selbstbefruchtung leicht möglich. Doch zeigen die Aussaaten, daß bei Vermehrung der Quitten durch Samen einheitliche Unterlagen für Birnen nicht erreichbar sind. Man ist also vorläufig auf die vegetative Vermehrung der Quittenunterlagen angewiesen, wenn man Gleichmäßigkeit der veredelten Birnbäume erstrebt. Daß diese Unterlagen züchterisch verbessert werden können, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

e) Die Züchtung neuer Kirschensorten.

Die normalchromosomigen Süß- und Sauerkirschen. — Formen mit einzelnen überzähligen Chromosomen. — Die Züchtung von Unterlagen. — Artbastarde.

Wir besprechen im folgenden die Süß- und Sauerkirschen zusammen, da Bastardierungen zwischen beiden Arten häufig auftreten und für die züchterische Verbesserung von größter Bedeutung sind. Auch hier sei auf den allgemeinen Abschnitt hingewiesen, in dem die cytologischen Verhältnisse dieser beiden Arten und ihrer Bastarde besprochen sind.

Wenn wir vorerst allein die Süßkirschen mit $2n = 16$ Chromosomen in Betracht ziehen, so finden wir züchterisch sehr ähnliche Verhältnisse wie bei den Apfel- und Birnsorten. Auch hier wird die Züchtung durch sehr weitgehende Selbststerilität, mit der wohl Inzuchtdegeneration verbunden ist, wesentlich erschwert. Als weitere Erschwerung tritt bei dieser Obstart hinzu, daß namentlich bei den frühblühenden Formen die Zahl der keimfähigen Samen sehr gering ist, wie ebenfalls an anderer Stelle bereits angeführt wurde.

Über die Vererbung einzelner Merkmale wissen wir nicht viel Bestimmtes. Auch ist der Zuchtwert der meisten Sorten unbekannt. Die Vererbungsweise der Fruchtfarbe, der Härte des Fruchtfleisches (Knorpelkirschen, Herzkirschen), der Form der Frucht, der Löslichkeit des Steines, der Geschmacksverhältnisse usw. bleiben noch aufzuklären. Der Verfasser konnte an einjährigen Sämlingen, die er aus seinen Befruchtungsversuchen erhielt, feststellen, daß auch die Empfänglichkeit für die gefürchtete Schrotschußkrankheit (*Clasterosporium carpophilum*) sich weitgehend vererbt, wenn sich auch aus den wenigen bisherigen Erfahrungen kein bestimmtes Vererbungsschema herauslesen läßt. Teilt man die Elternsorten nach ihrer mehr oder weniger großen Empfänglichkeit in resistente, mäßig resistente und stark empfindliche, so findet man unter den einjährigen Sämlingen die in Tabelle 40 zusammengestellten Verhältnisse.

Tabelle 40. Vererbung der Empfänglichkeit der Kirschensorten für die Schrotschußkrankheit nach KOBEL.

Kombination	Resistente Sämlinge		Mäßig resistente Sämlinge		Stark empfindliche Sämlinge	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
Resistent × resistent	67	58	28	24	20	17
Resistent × mäßig resistent (und reziprok) .	6	19	14	45	11	35
Resistent × stark empfindlich (und reziprok)	31	28	55	50	24	22
Mäßig resistent × mäßig resistent	2	(25)	5	(63)	1	(12)
Mäßig resistent × stark empfindlich (und reziprok)	2	6	13	36	21	58
Stark empfindlich × stark empfindlich . . .	3	7	15	35	25	58

Aus diesen Zahlen geht keine einfache Mendelspaltung hervor. Ob es sich um eine Vererbung auf Grund mehrerer Faktoren handelt, oder ob verschiedene *Clasterosporium*-Rassen im Spiele sind, läßt sich nicht entscheiden. Die Ergebnisse der drei wichtigsten Kombinationen sind in Abb. 63 graphisch dargestellt.

Über die Vererbungserscheinungen der $2n = 32$ -chromosomigen Sauerkirschengruppe ist ebenfalls nichts bekannt. Da die Reduktionsteilung aller dieser Formen nicht ohne Abnormitäten verläuft, und da die 4 Achtersätze einander homolog sind, werden wir keine einfachen Mendelspaltungen erwarten können. Dennoch dürften die Kreuzungsversuche mit Sauerkirschen nicht nur zu wissenschaftlich interessanten, sondern auch zu praktisch wichtigen Ergebnissen führen.

Die Zwischenformen mit $2n = 16 + x$ Chromosomen, die namentlich in England verbreitet sind, aber, wie wir gesehen haben, auch in der Schweiz und in Bulgarien gefunden wurden, dürften nicht unbedeutenden Zuchtwert besitzen. Sie enthalten wahrscheinlich teils Chromosomen von *Prunus avium*, teils solche eines Vorfahren aus der Sauerkirschengruppe. Darum erscheint es verständlich,

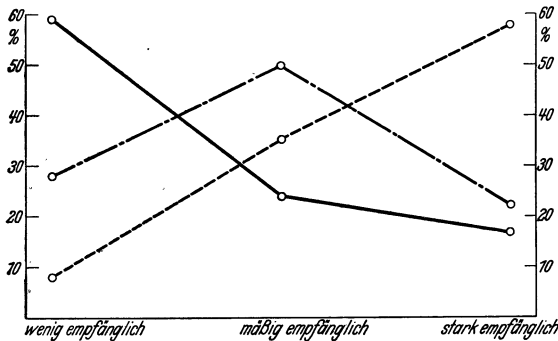


Abb. 63. Empfänglichkeit von Kirschensämlingen für die Schrotschußkrankheit. — = aus der Kreuzung resistent × resistent
- - - - = aus der Kreuzung resistent × stark empfänglich und reziprok. . . . = aus der Kreuzung stark empfänglich × stark empfänglich. Original.

daß die Sorten Sauerhäner in der Schweiz und Merdjanka in Bulgarien, die sich in ihrem Charakter mehr den Süßkirschen nähern, mit ihrem etwas säuerlich-herben Geschmack der Früchte deutlich an die Sauerkirschen erinnern. Von einem Teil der englischen Sorten mit überzähligen Chromosomen ist die Herkunft bekannt. So sind nach DARLINGTON (1928) die drei 19-chromosomigen Sorten Waterloo, Black Eagle und Knight's Early Black aus der Kreuzung der Süßkirsche Ambré mit der Glaskirsche May Duke als F_1 -Bastarde hervorgegangen.

Es muß also angenommen werden, daß sie etwa 8 Süßkirschen-Chromosomen von Ambré und 11 Chromosomen der Glaskirsche besitzen. Da diese aber wohl ebenfalls schon ein Bastard mit Süßkirschen ist, kann die Zahl der *Avium*- und *Cerasus*-Chromosomen dieser Formen nicht angegeben werden. Es ist ohne weiteres anzunehmen, daß bei der weiteren Züchtung mit solchen Sorten sehr wertvolle Kombinationen auftreten, und daß eine große Mannigfaltigkeit entstehen muß, je nach der Auswahl der Chromosomen, welche der einen oder anderen Stammart entsprechen.

Die möglichen Zuchtziele brauchen wir nicht im einzelnen zu behandeln. Sie sind je nach dem Gebiet, in dem die Sorte angebaut werden soll, naturgemäß sehr mannigfaltig. Am einen Ort wird das Hauptgewicht auf die Frühreife, anderswo auf hohe Qualität oder auf die Eignung zur Herstellung von Konserven oder Kirschbranntwein, oder auf Widerstandsfähigkeit gegen Frost oder Krankheiten gelegt. Bei systematischem Vorgehen kann man sich ohne Zweifel jedem dieser Ziele wesentlich nähern.

Eine besondere Erwähnung verdient auch hier die Frage der Unterlagenzüchtung. Es gibt, wie GRUBB und WITT (1924) gezeigt haben, Süßkirschenformen, die sich durch Wurzeläusläufer nicht allzu schwer vegetativ vermehren lassen. Bei züchterischer Bearbeitung könnten wohl Formen erreicht werden,

welche diese Eigentümlichkeit in so starkem Maße besitzen, daß eine baumschulmäßige Vermehrung in Frage käme.

Auch mit Süßkirschen — weniger mit Sauerkirschen — sind Artbastardierungen mehrfach vorgenommen worden. Die Züchtung von Formen, die der Kälte trotzen, scheint auch bei dieser Obstart durch Kreuzung mit winterharten Arten von einigem Erfolg zu sein. Ein Beispiel einer solchen Sorte ist die in der amerikanischen Literatur viel genannte Zumbra, die von ALDERMAN (1926) als Bastard der Süßkirsche mit einer Kreuzung von *Prunus Besseyi* mit *P. pennsylvanica* aufgefaßt wird und als Kompottfrucht Bedeutung hat. Die gleiche Abstammung soll die Sorte Nicollet haben. In beiden Fällen würde es sich somit um Bastarde zwischen der Kirschen- und der Pflaumengruppe handeln.

f) Die Züchtung neuer Pflaumen- und Zwetschgensorten.

Die verschiedenen Pflaumengruppen. — Die Vererbungserscheinungen in der *Domestica*-gruppe. — Bastardierung von 8-chromosomigen Arten. — Bastardierung der *Domestica*-gruppe mit 8-chromosomigen Arten.

Keine unserer Obstarten zerfällt in so zahlreiche, nach ihrer Herkunft und Systematik so verschiedene Formen wie die Pflaumen. Wir können unterscheiden:

1. Die *Domesticagruppe*, heimisch in Europa und Vorderasien, mit $2n = 48$ Chromosomen.
2. Die Schlehen, heimisch in Europa und Vorderasien, mit $2n = 32$ Chromosomen.
3. Die *Cerasiferagruppe*, heimisch in Europa und Vorderasien, mit $2n = 16$ Chromosomen.
4. Die *Trifloragruppe*, heimisch in Ostasien, mit $2n = 16$ Chromosomen.
5. Die *Americana-nigra-Besseyi*gruppe, heimisch in Nordamerika, mit $2n = 16$ Chromosomen.

Alle 5 Gruppen gehören zu derselben Untergattung des Geschlechtes *Prunus*. Die *Domesticagruppe* nimmt infolge ihrer Polyploidie in cytologischer Beziehung eine Sonderstellung ein. Wie die hohe Chromosomenzahl ursprünglich zustande gekommen ist, läßt sich kaum mehr mit Sicherheit feststellen. Denkbar wäre eine Abstammung aus der Kreuzung von *Prunus cerasifera* mit *P. spinosa*, die sich in ihrem Verbreitungsgebiet überdecken, unter gleichzeitiger Verdoppelung der Chromosomenzahl ($2 \times 8 + 2 \times 16 = 48$). Wir hätten somit ein Analogon zu der vermutlichen Abstammung der Loganbeere aus Himbeere und Brombeere.

Die Schlehen haben als Kulturformen keine selbständige Bedeutung. Dagegen sind die auch bei uns verbreiteten Kirschkirschen (*Prunus cerasifera*) nicht nur als Veredlungsunterlagen, sondern auch als Kultursorten namentlich in Osteuropa von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Die *Trifloragruppe*, zu der auch die bekannte *Prunus Simonii* gehört, wurde aus Ostasien zuerst in Kalifornien eingebürgert und verdankt ihre rasche Verbreitung in diesem Lande der eigenartigsten Persönlichkeit unter den Pflanzenzüchtern, LUTHER BURBANK (JONES 1928).

Die *Americana-nigra-Besseyi*gruppe liefert ohne Bastardierung anscheinend qualitativ nur geringwertige Formen. Da sie sich aber mit den beiden anderen 16-chromosomigen Gruppen leicht bastardieren läßt und in ihrer Winterhärte für nördliche und kontinentale Gebiete wertvolle Eigenschaften enthält, ist sie mancherorts von großer Bedeutung geworden. So beschreiben DORSEY und BUSHNELL (1925) brauchbare winterharte Formen, die aus der Bastardierung

von *Prunus nigra* mit *Prunus triflora* hervorgegangen und für das kontinentale Klima von Minnesota von Bedeutung sind.

In unseren europäischen Obstbaugebieten spielt heute noch die *Domestica*-gruppe der Pflaumen und Zwetschgen die weitaus größte Rolle, und wir haben im allgemeinen Abschnitt bereits gesehen, daß der züchterisch mögliche Formenreichtum bei weitem noch nicht erschöpft ist. Über die Einzelheiten der Vererbungsweise, die infolge der Polyploidie Abweichungen von den MENDELSchen Regeln zeigen können, sind wir nur ungenügend unterrichtet. CRANE (1921), der aus Selbstbestäubung hervorgegangene Sämlinge von 5 Sorten beobachtete, gibt an, daß das Merkmal kahle Rinde der jungen Zweige gegenüber behaarter Rinde, und auch gebuchteter Blattrand gegenüber gesägtem, dominiere. Die Merkmale birnförmige Frucht und abgeplattete Frucht vererbten sich treu, während ovale Fruchtform aufspaltete. WELLINGTON (1927) gibt eine ausführliche Zusammenstellung der Erfahrungen aus der Versuchsanstalt Geneva im Staate New York. Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen beispielsweise, daß die Reifezeit vererbt wird. Die Sämlinge reiften ihre Früchte selten mehr als 1—2 Wochen früher oder später als ihre Eltern. Aus der Kreuzung von kleinfrüchtigen Sorten wurden nie großfrüchtige erhalten. Umgekehrt spalteten aber großfrüchtige oft kleinfrüchtige ab.

Die Beobachtungen CRANES über die Vererbung der Fruchtform werden durch WELLINGTON im allgemeinen bestätigt. Die Vererbung der Halsbildung (Zwetschgenform) liegt nicht ganz klar, doch scheint es sich um ein rezessives Merkmal zu handeln, da aus der Kreuzung von nicht zwetschgenförmigen gelegentlich Sorten mit Halsbildung hervorgingen. Über die Vererbung der Farbe konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: Aus der Kreuzung von gelben Sorten und aus der Selbstbestäubung von solchen gingen nie gefärbte hervor; dagegen spalteten sozusagen alle gefärbten Sorten gelbfrüchtige ab. Gelbe Fruchtfarbe verhält sich ohne Zweifel gegenüber rot, purpur und dunkelblau als rezessives Merkmal. Gelegentlich wurden aus Kreuzungen von heller gefärbten auch dunkler gefärbte erhalten. Wie die Vererbungsverhältnisse aber im einzelnen liegen, läßt sich keineswegs entscheiden. Über die Vererbung des Geschmackes wissen wir nichts Bestimmtes. Jedenfalls fallen aber, wie bei anderen Obstarten, in allen Kombinationen zahlreiche Sämlinge von geringerem qualitativem Wert als die Eltern. Irgendwelche Konstanz in der Vererbung der Fruchtqualität besteht — im Gegensatz zu manchen Pflirsichsorten — auch bei den selbstbefruchtenden *Domesticapflaumen* nicht, was jedenfalls der Polyploidie zuzuschreiben ist.

Daß lösender Stein gegenüber nicht lösendem rezessiv ist, geht aus den Beobachtungen von WELLINGTON deutlich hervor, da mehrmals Kreuzungen von Sorten mit mehr oder weniger feststehendem Stein Sämlinge mit lösendem ergaben. Über den Zuchtwert einzelner Sorten läßt sich aus den Beobachtungen von WELLINGTON nicht viel Bestimmtes ableiten, da die Zahl der Sämlinge in den einzelnen Kombinationen meist eine geringe war.

Bei den anderen Pflaumengruppen sind mir Beobachtungen über das erbliche Verhalten einzelner Merkmale nicht bekannt geworden.

Unter den Bastardierungen zwischen den verschiedenen Pflaumengruppen müssen wir die Kreuzungen zwischen gleichchromosomigen und ungleichchromosomigen auseinanderhalten. Im ersten Fall können wir Formen mit normaler Reduktionsteilung und voller Fruchtbarkeit erhalten, wie namentlich auch aus den Versuchen der Versuchsanstalt Minnesota hervorgeht, welche ALDERMAN (1926) zusammengestellt hat. Es können auf diese Weise recht kompliziert zusammengesetzte Bastarde entstehen. So soll die Sorte Goldenrot die Kom-

bination [(*Prunus Simonii* × *P. salicina*) × (*P. cerasifera* × *P. munsoniana*)] × *Prunus americana* darstellen, also eine Form, in der Erbmasse von allen drei 8-chromosomigen Pflaumengruppen enthalten wäre. Da sich über *Prunus pennsylvanica* auch noch die Süßkirsche *P. avium* in diese Gruppe hineinkreuzen läßt, können wir nach einiger Zeit einen ganz unübersehbaren Formenschwanz erhalten, aus dem sich bei Züchtung in großem Umfang neue Sorten mit bisher kaum erwarteten Eigenschaften herauspalten werden.

Weniger brauchbare Ergebnisse liefern anscheinend die Kombinationen zwischen 8-chromosomigen und 24-chromosomigen Formen. Zwar sind solche Bastarde mehrfach gefunden worden. Oft waren sie aber schwachwüchsig (MACOUN 1925) und meist wenig fruchtbar. Trotzdem die Reduktionsteilung, wie aus den cytologischen Untersuchungen von DARLINGTON hervorgeht, mehr oder weniger normal verläuft, sind sowohl die männlichen als die weiblichen Geschlechtszellen anscheinend meist steril.

Diese Artbastardierungen haben naturgemäß auch Bedeutung für die Unterlagenzüchtung; denn sehr viele dieser Pflaumen lassen sich vegetativ vermehren, und die Veredlungsaffinität zwischen den verschiedenen Gruppen ist eine bedeutende. Ungleichheiten in der Chromosomenzahl scheinen hier keine Rolle zu spielen, denn die *Domestica*-formen ergeben beispielsweise, auf die zu *Prunus cerasifera* gehörenden Formen veredelt, sehr starkwüchsige Bäume.

g) Die Züchtung neuer Aprikosensorten.

Über züchterische Erfahrungen mit Aprikosensorten ist nichts bekannt geworden. Wir können uns aber ableiten, daß einer systematischen Züchtung insofern keine großen Schwierigkeiten entgegenstehen, als die meisten Sorten Selbstbefruchter sind. Aus der Aussaat entstehen daher auch zahlreiche wertvolle Sämlinge, und im schweizerischen Mittelland trifft man beispielsweise recht oft Spaliere von unveredelten Sämlingen. Nur selten findet man unter ihnen kleinfrüchtige oder sonstwie ganz geringwertige Formen. Über die Bastardierungsfähigkeit mit anderen Steinobstarten weiß man sehr wenig, so daß wir nicht im geringsten berechtigt sind, Schlüsse über die Aussichten von Bastardierungen der Aprikosen mit anderen 8-chromosomigen Formen der Untergattung *Euprunus* oder anderen Untergattungen zu ziehen. Ob die Unterlagensform „Mariana“ wirklich ein Bastard zwischen Kirschkirsche und Aprikose ist, wie gelegentlich angenommen wird, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden.

h) Die Züchtung neuer Pfirsich-, Nektarinen- und Mandelsorten.

Vererbungsweise wichtiger Faktoren beim Pfirsich. — Koppelungserscheinungen. — Zuchtziele. — Der Pfirsich-Mandel-Bastard und andere Artbastarde des Pfirsichs. — Vererbung bei süß- und bitterkernigen Mandeln.

Von allen Obstarten ist der Pfirsich in bezug auf die Vererbungsverhältnisse am besten bekannt. Die Vererbungsweise wichtiger Merkmale ist abgeklärt, so daß man bei Einleitung von Züchtungsversuchen bestimmte Kombinationen bereits vorausberechnen kann. Es sind sogar einige Koppelungserscheinungen beobachtet worden. Über das umfangreichste Material verfügte wohl CONNORS (1919 a, b, 1921, 1928). Wichtige Beobachtungen haben ferner CRANE (1921) und BECKER (1923) beigebracht.

Wir wissen von CONNORS, daß das Merkmal große Blüte gegenüber kleiner Blüte dominiert. Die Dominanz ist aber nicht eine vollständige, so daß die

Heterozygoten an etwas verkleinerten Blütenblättern erkennbar sind. Gut bekannt ist ferner die Vererbung der mangelhaften Ausbildung des Pollens, wie sie bei der wichtigen amerikanischen Sorte J. H. Hale beschrieben wurde. (S. 96). Die Ausbildung normalen Pollens ist dominant. Ferner dominiert weißes Fruchtfleisch über gelbes, wie sowohl CONNORS als CRANE festgestellt haben, und die Behaarung der Früchte (Pfersichtypus) über unbehaarte Früchte (Nektarinentypus), wie BECKER nachgewiesen hat. Es liegen durch den englischen und den amerikanischen Forscher auch Beobachtungen über die Vererbung der Drüsenformen der Blätter vor, die bekanntlich von den Pomologen als wichtiges Unterscheidungsmerkmal herangezogen werden. So fand CONNORS bei der Aufspaltung der Sorte Crawford, die kugelige Blattdrüsen besitzt, 37 Sämlinge mit kugeligen, 27 mit nierenförmigen und 20 mit drüsenlosen Blättern. Wie dieses Verhältnis zu interpretieren ist, müßte durch weitere Beobachtungen geprüft werden. Sicher ist nur, wie auch CRANE hervorhebt, daß das Merkmal „drüsenlos“ rezessiv ist.

Nach CONNORS (1919 b) besteht eine Koppelung zwischen der Ausbildung von dunkelgrüner Laubfarbe und weißem Fleisch und gelbgrüner Laubfarbe und gelbem Fleisch. Dieselbe Koppelung scheint besser zum Ausdruck zu kommen, wenn man die Farbe der Mittelrippen der Blätter berücksichtigt: haben diese einen deutlichen Stich ins Gelbliche, so ist das Fruchtfleisch gelb, sind sie hellgrün oder weißlich, so ist das Fruchtfleisch weiß. Nach CRANE sind Sorten mit drüsenlosen Blättern empfänglich für Meltau. Nach dem amerikanischen Forscher ist gebuchteter Blattrand mit nierenförmigen, gesägter mit kugeligen Drüsen gekoppelt.

Die Forscher, die sich mit Pfirsichzüchtung befaßt haben, heben hervor, daß ein Teil der kultivierten Sorten weitgehende Samenkonstanz aufweist, während andere sich in vielen wichtigen Merkmalen als heterozygot erweisen. Zu den mehr oder weniger treu vererbenden Formen zählt BECKER den Proskauer Pfirsich (der aber, wie der Züchter, Direktor SCHINDLER in Pillnitz, hervorhebt, nur durch vegetative Vermehrung der Originalform seinen vollen Wert beibehält), Große Mignonne, Weiße Magdalene, Königin der Obstgärten, Kernechter vom Vorgebirge und Kernechter von Wassenberg.

Als wichtigstes Zuchtziel wird vorläufig in vielen Gebieten die Züchtung frühreifer Sorten von befriedigender Qualität in Betracht kommen; denn die frühesten Sorten vom Typus Sneed, die aus Amerika stammen, sind qualitativ unbefriedigend und können in etwas nördlicher gelegenen Gebieten die Konkurrenz mit eingeführten Früchten in keiner Weise aushalten. Bei dieser Frage stellen sich aber neue Schwierigkeiten ein, da die Frühpfersiche erfahrungsgemäß selten keimfähige Samen ausbilden. Man müßte also bei der Kreuzung diese Sorten als Vaterpflanzen wählen, und etwas später reifende, welche hohe Qualität beibringen sollen, als Muttersorten. An manchen Orten wird man sein Augenmerk auch auf die Züchtung winterharter und spätblühender Sorten richten.

Durch Artbastardierung hat man bis jetzt bei Pfirsich sehr wenig erreicht. Der nach COATES (1921) in Kalifornien häufige Pfirsich-Mandelbastard ist wertlos. Seine Frucht gleicht in unreifem Zustand zwar dem Pfirsich, das Fruchtfleisch platzt aber frühzeitig auf und ist süßlich und unschmackhaft. Bastarde zwischen Pfirsich und Mandel hat auch CONNORS (1928) erhalten. Ob aus ihnen schließlich das verlockende Zuchtziel — der Pfirsich mit dem Mandelkern — zu erreichen ist, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Der Pfirsich läßt sich im übrigen mit einigen verwandten Formen, z. B. der Zwergmandel (*Prunus nana*) und *Prunus (Amygdalus) kansuensis*, einer chinesischen Wildform (CONNORS

1928), aber auch mit Arten aus anderen Untergattungen, beispielsweise *Prunus cerasifera*, kreuzen.

Über die dem Pfirsich am nächsten verwandte Obstart, die *Mandel*, liegen einige Beobachtungen in bezug auf das Vererbungsgeschehen vor. Hier interessierte vor allem die oft beobachtete Tatsache, daß aus der Aussaat von süßkernigen Mandeln Sämlinge mit bitteren Kernen hervorgehen können. HEPNER (1923, 1926) hat eine einzige Sorte gefunden, die für das Merkmal Süßkernigkeit homozygot ist. Alle anderen spalteten bei Kreuzungen — Selbstbefruchtung kommt infolge der durchgehenden Selbststerilität bei dieser Obstart nicht in Betracht — einen Viertel bitterkernige Sämlinge ab. Von 234 Individuen waren 184 süß, 59 bitter, was dem theoretischen 3:1-Verhältnis durchaus entspricht. Die süße Mandel ist also wohl als dominante Mutation aus der wilden bitteren hervorgegangen.

Literaturverzeichnis.

Lehrbücher.

BACH, KARL: Der Obstbau in Feld und Garten. Stuttgart: Eugen Ulmer. — BAILEY, L. H.: Principles of fruit growing. New York: Macmillan Co. — BENECKE, W., u. L. JOST: Pflanzenphysiologie I und II. Jena: Gustav Fischer. — BOETTNER-POENICKE: Praktisches Lehrbuch des Obstbaues. Frankfurt a. O.: Trowitzsch & Sohn.

CHANDLER, W. H.: Fruit growing. Boston: Houghton Mifflin Co.

ERNI, W., U. KIEBLER, G. SCHMID u. J. STUTZ: Der Obstbau. Leitfaden für den Unterricht an landwirtschaftlichen Schulen. Aarau: Wirz & Co.

GARDNER, V. R., F. C. BRADFORD u. H. D. HOOKER: The fundamentals of fruit production. New York and London: McGraw-Hill Book Co. — GAUCHER, NICOLAS: Praktischer Obstbau, neu bearbeitet von HESDÖRFFER. Berlin: Parey. — GOURLEY, J. H.: Textbook of pomology. New York: Macmillan Co.

JANSON, A.: Der Großobstbau. Berlin: Parey.

KACHE, P.: Die Praxis des Baumschulbetriebes. Berlin: Parey.

LÖSCHNIG, JOSEF: Praktische Anleitung zum rationellen Betriebe des Obstbaues. Wien u. Leipzig: A. Hartleben.

MOLISCH, HANS: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena: Gustav Fischer.

NOACK, R.: Obstbau, neubearbeitet von W. MÜTZE. Berlin: Parey.

POENICKE, W.: Der Obstbaumschnitt nach natürlichen Entwicklungsgesetzen. Berlin: Parey. (Die übrigen Bücher von POENICKE bei Abschnitt II.)

SCHÖNBERG, FRANZ: Die Wirtschaftsberatung im Obstbau. Stuttgart: Eugen Ulmer.

Zu Abschnitt I. Allgemeines über die Physiologie der Obstbäume.

AUCHTER, E. C.: Is there normally a cross-transfer of foods, water and mineral nutrients in woody plants? Maryland Agr. Exp. Sta. Bull. 257 (1923). — AMOS, J., R. G. HATTON u. T. N. HOBLYN: The effect of scion on root. II. Stem worked apples. J. of Pomology 8, 248—258 (1930).

BODO, F.: Untersuchungen auf dem Gebiete des Wurzelwachstums des Apfels und der Zwetschke. Fortschr. Landw. 1926, H. 24. — BRIGGS, L. J., u. H. L. SHANTZ: The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. U. S. Dep. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 230 (1912).

CHANDLER, W. H.: (1) Sap studies with horticultural plants. Mo. Agr. Exp. Stat. Res. Bull. 14 (1914); (2) Results of some experiments in pruning fruit trees. New York Cornell Stat. Bull. 415, 5—75 (1923). — COMBES RAOUL: (1) Migration des substances azotées pendant le jaunissement des arbres. Bull. Soc. bot. France 71, 43—48 (1924); (2) Emigration des substances azotées des feuilles vers les tiges et les racines au cours du jaunissement automnale. Rev. gén. Bot. 39, 632—645 (1926). — CURTIS, O. F.: The effect of ringing a stem on the upward transfer of nitrogen and ash constituents. Amer. J. Bot. 10, 361—382 (1923).

DIXON, H. H.: (1) Transport of organic substances in plants. Nature 110, 547—551 (1922); (2) The ascent of sap and transport of food material in trees. Abst. Brit. Assoc. Adv. Sci. Kpt. 92 (1924). — DU SABLON, L.: Recherches physiologiques sur les matières de réserves des arbres. 1904.

ENGLER, A.: Untersuchungen über das Wurzelwachstum der Holzarten. Mitt. des schweiz. Zbl. für das forstl. Versuchswes. 1903.

FISCHER, A.: Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jb. Bot. 22, 73—160 (1890).

GARDNER, F. E.: Composition and growth initiation of dormant Bartlett pear shoots as influenced by temperature. Plant. Physiol. 4, 405—434 (1929). — GRUBB, N. H., u. Q. W. WITT: Cherry stocks: Their behaviour in the nursery. East Malling Res. Stat. Ann. Rept. 1924, 87—92.

HATTON, R. G.: (1) Results of researches on fruit tree stocks. J. Pomol. 11, 1—10 (1920); (2) Apple root-stocks, their particular suitabilities for different soils, varieties and purposes. East Malling Res. Stat. Ann. Rep. 1925, 13; (3) The influence of different root-stocks upon the vigour and productivity of the variety budded or grafted thereon. J. Pomol. a. Hort. Sci. 6, 1—28 (1927); (4) The behaviour of certain pears on various quince root-stocks. Ebenda 7, 216—233 (1928). — HATTON, R. G., J. AMOS u. A. W. WITT: Plum rootstocks: Their varieties, propagation and influence upon cultivated varieties worked thereon. J. Pomol. a. Hort. Sci. 7, 63—99 (1928). — HATTON, R. G., N. H. GRUBB u. J. AMOS: Some factors influencing root development. East Malling Res. Stat. Ann. Rep. 1923. — HATTON, R. G., H. WORMALD u. A. W. WITT: On burr-knots of fruit trees. J. Pomol. 5, 195—204 (1926). — HARRIES, G. H.: An investigation of root activity of apples and filberts, especially during the winter months. Sci. Agr. 7, 92—99 (1926). — HARTIG, TH.: Über die Zeit des Zuwachses der Baumwurzeln. Bot. Ztg 1863, 288. — HARVEY, E. M.: Phloridzin. I. The significance of phloridzin in apple and pear tissue. II. The hydrolysis and estimation of phloridzin. Oreg. Agr. Exp. Stat. Bull. 215, 1—23 (1925). — HENDRICKSON, A. H.: (1) The chlorotic condition of pear trees. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 21, 87—90 (1924); (2) Certain water relations of the genus *Prunus*. Hilgardia 1, 479—524 (1926). — HOOKER, H. D.: Movement of fat in apple shoots. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 24, 185—187 (1927).

KEHLHOFER, W.: (1) Über eine beachtenswerte Reaktion auf Fruchtgerbstoff und einige andere Pflanzengerbstoffe. Jahresber. schweiz. Versuchsanst. Wädenswil; Landw. Jb. Schweiz 1905, 605—609; (2) Beiträge zur Kenntnis des Birnengerbstoffes und seiner Veränderungen bei der Obstweibereitigung. Landw. Jb. Schweiz 1908, 343—410. — KNIGHT, R. C.: (1) The propagation of fruit tree stocks by stem cuttings I. Observations on the factors governing the rooting of hardy wood cuttings. J. Pomol. 5, 248—266 (1925—1927); (2) The propagation of fruit tree stocks by stem cuttings II. Trials with hard- and soft-wood cuttings. Ebenda 6, 47—60 (1927/28); (3) The relation in the apple between the development of young shoots and the thickening of older stems. Ebenda 6, 72—77 (1927/28). — KNOWLTON, H. E.: A preliminary experiment on half tree fertilisation. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 18, 148—149 (1921). — KNUDSON, L.: Cambial activity in certain horticultural plants. Bull. Torrey bot. Club 43, 533—537 (1916). — KRAYBILL, H. R., G. F. POTTER, P. T. WENTHWORTH, B. T. BLOOD u. J. T. SULLIVAN: Some chemical constituents of fruit spurs associated with blossom bud formation in the Baldwin apple. New Hampshire Stat. Techn. Bull. 29, 3—41 (1925). — KROEMER, K.: Untersuchungen über den inneren Bau und den Nährstoffgehalt der verschiedenen Zweigformen der Kernobstbäume. Ber. höh. staatl. Lehranst. Geisenheim 1914/15, 224—228. — KÜSTER: Düngung der Obstbäume mit künstlichem Dünger. Prakt. Ratgeber 1916, 383.

LINCOLN, F. B.: Is phloridzin present in the pear tree? Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 23, 249—252 (1926). — LINSBAUER, K.: Bemerkungen über A. FISCHERS Gefäßglukose. Sitzgsber. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abt. I 129, 215—230 (1920).

MANN, C. E. T.: The physiology of the nutrition of fruit trees. I. Some effects of calcium and potassium starvation. Univ. Bristol Ann. Rep. Agr. a. Hort. Res. Stat. 1924, 30—45. — MITRA, S. K.: Seasonal changes and translocation of carbohydrate materials in fruit spurs and two year old seedlings of apple. Ohio J. Sci. 21, 89—103 (1921). — MOHL, H. von: Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Bot. Ztg 1862, 313, 321. — MOLISCH, H.: Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897. — MÜLLER-THURGAU, HERM.: (1) Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. Thiels landw. Jb. 9, Abh. I, 133—184 (1880); (2) Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. Ebenda 15, 453—610 (1886). — MÜLLER-THURGAU, H., u. F. KOBEL: Untersuchungen über den Blüten- und Fruchtansatz unserer Obstbäume. Landw. Jb. Schweiz 1928, 684—782. — MURNEEK, A. E.: Hemicellulose as a storage carbohydrate in woody plants, with special reference to the apple. Plant Physiology 4, 251—264 (1929).

PHILLIPS, H. A.: Effect of climatic conditions on the blooming and ripening dates of fruit trees. Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Memoir 59 (1922). — PRICE, W. O.: Starch in the apple trees. Ohio J. Sci. 16, 356—359 (1916). — PROEBSTING, E. L.: The relation of stored food to cambial activity in the apple. Hilgardia 1, 81—106 (1925).

REED, H. S.: Correlation and growth in the branches of young pears trees. J. Agr. Res. 21, 849—875 (1921). — REED, H. S., u. T. F. HALMA: On the existence of a growth-

inhibiting substance in the chinese lemon. Univ. California Publ. Agr. Sci. **4**, 99—112 (1919). — RIVIÈRE, G., u. G. PICHARD: Contribution à l'étude biologique du pommier. J. Soc. Nat. Hort. France **25**, 481—482 (1924). — ROBERTS, R. H.: (1) Experiments upon apple tree nutrition. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. **17**, 197—200 (1921); (2) The development and winter injury of cherry blossom buds. Wis. Agr. Exp. Stat. Res. Bull. **52** (1922).

SACHS, J.: Krystallbildungen bei dem Gefrieren und Veränderung der Zellhäute bei dem Auftauen safter Pflanzenteile. Ber. Verb. kgl. sächs. Ges. Wiss. Leipzig **12**, 1—50 (1860). — SCHELLENBERG, A.: Wachstum und Fruchtbarkeit der Zwergobstbäume. Ludwigsburg: Ungeheuer & Ulmer 1926. — SCHELLENBERG, H. C.: Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen. Ber. dtsh. bot. Ges. **23**, 36—48 (1905). — SLEDGE, W. Q.: The rooting of woody cuttings considered from the standpoint of anatomy. J. of Pomol. **8**, 1—22 (1930). — SLYKE, L. L. VAN, O. M. TAYLOR u. W. H. ANDREWS: Plant food constituents used by bearing fruit trees. N. Y. Geneva Agr. Exp. Stat. Bull. **265** (1905). — SWARBICK, TH.: (1) The healing of wounds in woody stems. J. of Pomol. **5**, 98—114 (1925); (2) Studies in the physiology of fruit trees. I. The seasonal starch content and cambial activity in one-to five-year-old apple branches. Ebenda **6**, 137—156 (1927); (3) Studies in the physiology of fruit trees. II. The effect of ringing, double ringing and disbudding upon the starch content and cambial activity of two-year-old apple shoots. Ebenda **7**, 296—312 (1928/29); (4) Rootstock and scion relationship. Some effect of scion variety upon the rootstock. Ebenda **8**, 210—228 (1930). — SWINGLE, C. F.: (1) Burrknot formations in relation to the vascular system of the apple stem. J. agricult. Res. **34**, 533—544 (1927); (2) A physiological study of rooting and callusing in apple and willow. Ebenda **39**, 81—100 (1929).

THOMAS, W.: The seat of formation of amino acids in *Pyrus Malus L.* Science **66**, 115—116 (1927). — THOMPSON, R. C.: The relation of fruit growing to soil fertility. Arkansas Stat. Bull. **123**, 3—8 (1916). — TRAUB, H. P.: Regional and seasonal distribution of moisture, carbohydrates, nitrogen and ash in 2—3 year portions of apple twigs. Minnesota Stat. Techn. Bull. **53** (1927).

URSPRUNG, A.: (1) Einige Resultate der neuesten Saugkraftstudien. Flora **1925**, 118—119; Göbelfestschrift, S. 566—599. 1925; (2) Über die gegenseitigen Beziehungen der osmotischen Zustandsgrößen. Planta **2**, 640—660 (1926). — URSPRUNG, A., u. G. BLUM: Eine Methode zur Messung polarer Saugkraftdifferenzen. Jb. f. wissenschaftl. Bot. **65**, 1—27 (1925).

VYVYAN, M. C.: The effect of scion on root. III. Comparison of stem and root worked trees. J. of Pomol. **8**, 259—282 (1930).

WALLACE, T.: (1) Pot experiments on the manuring of fruit trees. Univ. Bristol. Agr. Hort. Res. Stat. Ann. Rep. **1923**, 43—57; (2) Experiment on the manuring of fruit trees. III. The effects of deficiencies of potassium, calcium, and magnesium, respectively, on the contents of these elements, and of phosphorus in the shoot and trunk regions of apple trees. J. of Pomol. **8**, 23—43 (1930). — WALLACE, T., u. C. E. T. MANN: Investigations on chlorosis of fruit trees I. The composition of apple leaves in cases of lime-induced chlorosis. Ebenda **5**, 115—123 (1925—1927). — WERTH, E.: Zur Kenntnis der Blüten und Fruchtschädigungen der Obstgewächse. Angew. Bot. **8**, H. 3 (1925). — WEST, F. L., u. N. E. EDLEFSON: Freezing of fruit buds. J. agricult. Res. **20**, 655—662 (1921).

ZSCHOKKE, TH., u. A. FEURER: Über die vegetative Heranzucht zweckdienlicher Unterlagen für Kernobstbäume. Landw. Jb. Schweiz **1927**, 483—504.

Zu Abschnitt II. Die Blütenbildung.

ALBERT: Entwicklungsgeschichte der Knospen einiger Laubbölzer. Forstnaturwiss. Z. **1894**. — ASKENASY, E.: Über die jährliche Periode der Knospen. Bot. Ztg **35**, 793 (1874). — AUCHTER, E. C., u. A. L. SCHRADER: Fruit spur growth and fruit spur production. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. **20**, 127—144 (1923). — AUCHTER, E. C., A. L. SCHRADER, F. S. LAGASSE u. W. W. ALDRICH: The effect of shade on the growth, fruit bud formation and chemical composition of apple trees. Ebenda **23**, 368—382 (1926).

BALL, E.: The time of differentiation and the subsequent development of the blossom bud of the plum. J. of Pomol. **6**, 198—208 (1928). — BARKER, B. T. P., u. A. H. LEES: Factors governing fruit bud formation. Univ. Bristol Ann. Rep. Agr. a. Hort. Res. Stat. **1919**, 85—98. — BENECKE, WILHELM: Einige Bemerkungen über die Bedingungen des Blühens. Bot. Ztg **64**, 97 (1906). — BIJHOUWER, J.: De Periodiciteit van de Knopontwikkeling bij den Appel. Meded. Landbouwhoogeschool **27** (1924). 64 S. — BRADFORD, F. C.: Fruit bud development of the apple. Oregon Agr. Exp. Stat. Bull. **129** (1915).

CAMERON, S. H.: Storage of starch in the pear and apricot. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. **20**, 98—100 (1923). — CRANE, H. L.: Experiment in fertilizing peach trees. West Virginian Stat. Bull. **183** (1924). 72 S. — CURTIS, OTTIS, F.: The effect of ringing a stem on the upwards transfer of nitrogen an ash constituents. Amer. J. Bot. **10**, 361—382 (1923).

DRINKARD, A. W.: (1) Fruit bud formation and development. Ann. Rep. Virginia Polytechn. Inst. Agr. Exp. Stat. 1909/10; (2) Some effects of pruning, root pruning, ringing and stripping on the formation of fruit buds on dwarf apple trees. Virginia Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. 5, 96—120 (1915).

EBERT, WILHELM: Vom neuzeitlichen Obstbau. Eine Sammlung von 6 Vorträgen. Berlin: Parey 1921. — ELSSMANN, E.: Über die Periodizität der Blütenentwicklung bei den Obstgewächsen. Landw. Jb. 62, 539—606 (1925). — EWERT, R.: (1) Einfluß des Entblütens der Obstbäume auf den nächstjährigen Fruchtsatz. Ber. Proskau f. d. Jahr 1914, 156 (1915); (2) Pflanzenphysiologische und biologische Forschungen im Obstbau. Landw. Jb. Berlin 1926.

FISCHER, HUGO: (1) Über die Blütenbildung in ihrer Abhängigkeit vom Licht und über die blütenbildenden Substanzen. Flora 94, 478—490 (1905); (2) Zur Frage der Kohlen-säureernährung der Pflanze. Gartenflora 65, 232—237 (1916).

GIBBS, MARGARET A., u. THOMAS SWARBRICK: The time of differentiation of the flower bud of the apple. J. of Pomol. 8, 61—66 (1930). — GOFF, E. S.: The origin and early development of the flowers in the cherry, plum, apple and pear. Rep. Wisconsin Exp. Stat. 16 (1899); 17 (1900); 18 (1901). — GRUBB, N. H.: Winter pruning experiments with apple trees. J. Roy. Hort. Soc. 47, 139—162 (1922).

HARLEY, C. P.: Normal variation in the chemical composition of fruit spurs and the relation of composition to fruit bud formation. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 22, 134—146 (1925). — HARVEY, E. M.: A study of growth in summer shoots of the apple with special consideration of the role of carbohydrates and nitrogen. Oregon Stat. Bull. 200, 5—51 (1920). — HARVEY, E. M., u. A. E. MURNEEK: The relation of carbohydrates and nitrogen to the behavior of apple spurs. Ebenda 176 (1921), 47 S. — HOOKER, H. D.: (1) Seasoal changes in the chemical composition of apple spurs. Missouri Stat. Res. Bull. 40, 3—51 (1920); (2) Changes produced in apple trees by various types of pruning. Ebenda 72, 3—11 (1924); (3) Annual and biennial bearing in York apples. Ebenda 75, 3—16 (1925).

KIRBY, R. S.: A study of the formation and development of the flower buds of Jonathan and Grimes in relation to different types of soil management. Proc. Iowa Acad. Sci. 25, 265—287 (1918). — KLEBS, G.: (1) Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena: Gustav Fischer 1903; (2) Über die Rhythmik der Entwicklung der Pflanzen. Sitzgsber. Heidelberg. Akad. 1911; (3) Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Ebenda 1913; (4) Fortpflanzung der Gewächse. Handwörterbuch der Naturwissenschaften 4, 276—296. (1913); (5) Über die Blütenbildung von Sempervivum. Flora, N. F. 11/12, 128—151 (1918) (Stahlfestschrift). — KRAMER, O.: (1) Über die Blütenknospen und den Zeitpunkt der Entstehung von Blütenanlagen bei einigen Obstsorten. Dtsch. Obstbauztg 68, 306—308 (1922); (2) Beobachtungen über die Zeit der Entstehung der Blütenknospen bei verschiedenen Obstsorten im Jahr 1922. Dtsch. Obst- u. Gemüsebauztg 69, 224—227 (1923). — KRAUS, E. J., u. H. R. KRAYBILL: Vegetation and reproduction with special reference to the tomato (*Lycopersicum esculentum*). Oregon Stat. Bull. 149, 5—90 (1918). — KRAYBILL, H. R.: (1) Effects of shading some horticultural plants. New Hampshire Agr. Exp. Stat. Bull. 11, 9—17 (1922); (2) Effect of shading and ringing upon chemical composition of apple and peach trees. New Hampshire Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. 23, 3—27 (1923). — KRAYBILL, R. H., G. F. POTTER, P. T. WENTHWORTH, B. T. BLOOD, u. J. T. SULLIVAN: Some chemical constituents on fruit spurs associated with blossom bud formation in the Baldwin apple. Ebenda 29, 3—41 (1925). — KROEMER, K.: Untersuchungen über den inneren Bau und den Nährstoffgehalt der verschiedenen Zweigformen der Kernobstbäume. Ber. höh. staatl. Lehranst. Geisenheim 1914/15, 224—228. — KROEMER, K., u. O. KRAMER: Über die Jahresperiode der Blütenbildung bei einigen Obst-arten. Ebenda 1920/21, 59.

LAGASSE, F.: The effect of fertilizers on the chemical constituents of fruit spurs. Rep. amer. Soc. Hort. Sci. 23, 332—338 (1926). — LEHMANN, E.: Umwandlungen von Blattknospen in Blütenknospen. Prakt. Ratgeber i. Obst- u. Gemüsebau 1915, 73. — LOEW, O.: Zur Theorie der blütenbildenden Stoffe. Flora 94, 124—128 (1905). — LUYTEN, IDA: De Periodiciteit van de Knopontwikkeling bij den Prun. Meded. Landbouwhoogeschool 18, 103—148 (1921).

MÜLLER-THURGAU, H.: (1) Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Ausbildung der Samen. Landw. Jb. Schweiz 1898, 193; (2) Die Einwirkung der Ernährung auf die Blütenbildung der Obstbäume. Ebenda 1917, 438—441. — MÜLLER-THURGAU, H., u. F. KOBEL: Untersuchungen über den Blüten- und Fruchtsatz unserer Obstbäume. Ebenda 1928, 683—782.

NIGHTINGALE, G. T.: Light in relation to growth and chemical composition of some horticultural plants. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 19, 18—29 (1922).

POENICKE, W.: (1) Warum und Weil im Zwergobstbau. Stuttgart: Eugen Ulmer 1911; (2) Neue Entwicklungsformen im Pflanzenreich. Stuttgart: Eugen Ulmer 1922;

(3) Die Fruchtbarkeit der Obstbäume, ihre physiologischen Ursachen und ihre Einleitung auf künstlichem Wege. Stuttgart: Eugen Ulmer 1923. — POTTER, G. F., u. T. G. PHILLIPS: Composition and fruit bud formation in non bearing spurs of the Baldwin apple. New Hampshire Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. 42, 1—41 (1930).

RALSTON, G. R.: Effect of time of application of nitrogenous fertilizers on tree growth, bloom and fruit production. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 18, 118—123 (1921). — RASMUSSEN, E. J.: The period of fruit bud differentiation in Baldwin and McIntosh apples. Ebenda 26, 255—260 (1929). — REED, H. S.: Growth and differentiation in apricot trees. Univ. California Publ. Agr. Sci. 5, 1—55 (1924). — ROBERTS, R. H.: (1) Off-year apple bearing and apple spur growth. Wisconsin Stat. Bull. 317 (1920). 34 S.; (2) The development and winter injury of cherry blossom buds. Agr. Exp. Stat. Univ. Wisconsin 1922; (3) Effects of defoliation upon blossom bud formation. Wisconsin Agr. Exp. Stat. Res. Bull. 56 (1923). 15 S.

SACHS, JULIUS: Stoff und Form der Pflanzenorgane. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie, S. 1168. 1892. — SCHELLENBERG, A.: Wachstum und Fruchtbarkeit der Zwergobstbäume. Ludwigsburg: Ungeheuer & Ulmer 1926. 102 S. — SHAW, J. K.: An experiment in ringing apple trees. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 19, 216—220 (1922). — SUMMERS, F.: Factors governing fruit bud formation. J. Bath a. West. a. South. Counties Soc., 5. ser. 17, 140—144 (1922/23). — SWARBRICK, THOMAS: The seasonal elongation growth of apple varieties on some vegetative rootstocks and its possible relation to fruit bud formation. J. of Pomol. 7, 100—129 (1928/29).

TUFTS, WARREN, P., u. E. B. MORROW: Fruit bud differentiation in deciduous fruits. Hilgardia 1, 1—14 (1925).

VERSLUYS, MARTHA C.: De Periodiciteit van de Knopontwikkeling bij den Kers. Meded. Landbouwhoogeschool 19, 149—191 (1921).

Zu Abschnitt III. Die Fruchtbildung.

ADAMS, J.: On the germination of the pollen grains of apple and other fruit trees. Bot. Gaz. 61, 131—147 (1916). — ALDERMAN, W. H.: (1) Report on horticultural investigations. West Virginia Stat. Rep. 1915/16, 38—41; (2) Experimental work on self-sterility of the apple. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 1917, 94—101; (3) New fruits produced at the university of Minnesota fruit breeding farm. Univ. Minnesota Agr. Exp. Stat. Bull. 230 (1926). — APPLEMAN, C., u. C. M. CONRAD: Pectic constituents of peaches and their relation to softening of the fruits. Univ. Maryland Agr. Exp. Stat. Bull. 283 (1926). 8 S. — ARCHBOLD, H. K.: Chemical studies in the physiology of apples. IX. The chemical composition of mature and developing apples and its relationship to environment and to the rate of chemical change in store. Ann. of Bot. 42, 541—566 (1928). — ASAMY, Y.: On the self-sterility of the Japanese pear. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 18, 51—80 (1926). — AUBIN, L.: L'incision annulaire du pêcher. Prog. Agric. et Vitic. 75, 356—357 (1920). — AUCHTER, E. C.: (1) Five years investigations in apple thinning. West Virginia Stat. Bull. 162 (1917); (2) Apple pollen and pollination studies in Maryland. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 18, 51—80 (1921); (3) Importance of proper pollination on fruits yields. Farm. Bur. Fed. Rep. 8, 171—182 (1923). — AUCHTER, C., u. A. L. SCHRADER: Cross fertilisation of the Arkansas (Mammoth Black Twig) apple. Amer. Soc. Hort. Sci. 22, 96—105 (1925).

BACH, FRIEDRICH: (1) Über die künstliche Kreuzung einiger wichtiger Apfelsorten. Gartenbauwissenschaft 1, 358—374 (1928); (2) Kreuzungsversuche mit Weißem Winterkalvill. Eine neue Apfelgenie. Ebenda 1, 615—618 (1928). — BACKER, T.: Untersuchungen des Pollens und der Befruchtungsverhältnisse bei Äpfeln. Tidskr. Planteavl. 34, 348—365 (1928). — BALLARD, W. R.: Methods and problems in pear and apple breeding. Md. Agr. Exp. Stat. Bull. 126 (1916). — BALLOU, F. H.: (1) Orchard rejuvenation in south-eastern Ohio. Ohio Stat. Bull. 301, 3—40 (1916); (2) Orchard rejuvenation in south-eastern Ohio. Ohio Agr. Exp. Stat. Bull. 339 (1920). — BARK, H.: Das Abfallen der Pflaumen zur Zeit der Steinbildung. Gartenwelt 34, 178—179 (1920). — BARKER, B. T., u. G. T. SPINKS: Fruit breeding investigations. Univ. Bristol Ann. Rep. Agr. a. Hort. Res. Sta. 1919, 76—84. — BEAUMONT, J. H.: The course of pollen tube growth in the apple. Minnesota Univ. Stud. Biol. Sci. 1927, 373—399. — BEAUMONT, J. H., u. L. J. KNIGHT: Apple pollen germination studies. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 19, 151—163 (1922). — BEAUMONT, J. H., u. A. N. WILCOX: Sterility studies in fruit breeding. Minnesota Stat. Rep. 1922, 88—89. — BECKER, K. E.: Untersuchungen über die Ursache der Sterilität bei einigen *Prunaceen*. Inaug.-Dissert., Univ. Halle-Wittenberg. 1920. — BEDFORD, DUKE OF, u. S. U. PICKERING: The blossoming of apple trees. Twelfth Rep. Woburn Exp. Fruit Farm. 1910, 35—51. — BLAKE, M. A.: The growth of fruit of the Elberta peach from blossom bud to maturity. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 22 (1925). — BIGELOW, W. H., H. C. GORE, u. B. J. HOWARD: (1) Studies on apples. Part. I. Storage, respiration and growth. U. S. D. A. Bur. Chem. Bull. 94 (1905); (2) Studies on peaches. Ebenda 97 (1905). — BODO, FRITZ: Arbeiten auf dem

Gebiete der Obstzüchtung und blütenbiologische Untersuchungen an Obstsorten. Allg. Weintzg 1928, 17—22, 36—38, 54—57. — BOOTH, N. O.: Some phases of pollination. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 4, 20—26 (1906). — BRADBURY, D.: A comparative study of the developing and aborting fruits of *Prunus Cerasus*. Amer. J. Bot. 16, 525—542 (1929). — BRADFORD, F. C.: Relation of temperature to blossoming in the apple and the peach. Missouri Stat. Res. Bull. 53, 3—51 (1922). — BRANSCHIEDT, P.: (1) Zur Fruchtbarmachung einer unfruchtbaren Apfelpflanzung. Obst- u. Gemüsebau 1927, 373—374; (2) Die Befruchtungsverhältnisse beim Obst und bei der Rebe. Gartenbauwissenschaft 2, 158—270 (1929). — BRIEGER, FR.: Die Selbststerilität der Blütenpflanzen und ihre züchterische Bedeutung. Züchter 1, 101—111 (1929). — BROOKS, CH., u. D. F. FISHER: Some high temperatur effects in apples: contrast in the two sides of an apple. J. agricult. Res. 32, 1—16 (1926). — BROWN, G. G., u. L. CHILDS: Pollination study of the Anjou pear in Hood River Valley. Oreg. Stat. Bull. 239, 15 (1929). — BROWNE, C. A.: A chemical study of the apple and its products. Penn. Dep. Agr. Bull. 58 (1899).

CALDWELL, J. S.: (1) Chemical composition of apple juices as affected by climat conditions. J. agricult. Res. 36, 289—365 (1928); (2) Mean summer or „optimum“ temperatures in relation to chemical composition in the apple. Ebenda 36, 367—389 (1928). — CALZOLARI, F., u. A. MANARESI: Effetti della decorticatione anulare sulla fruttificazione del Pesco. Le Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane 42, 233—272. 1909. — CARRÉ, M. H.: (1) Chemical studies in the physiology of apples. IV. Investigations on the pectic constituents of apples. Ann. of Bot. (London) 39, 811—840 (1925). — CARRÉ, M. H., u. A. S. HORNE: An investigation of the behaviour of pectic materials in apples and other plant tissues. Ebenda 41, 193—237 (1927). — CASELLA, DOMENICO: Studio sul polline delle piante da frutta. Staz. Sper. Agrarie Ital. 54, 476—496 (1921). — CHITTENDEN, F. J.: (1) Pollination in orchards. I. J. Roy. Hort. Soc. 37 II, 350—361 (1911); (2) Pollination in orchards. II. Welsh J. Agr. 1, 161—165 (1925); (3) Sterility in fruits. Mem. Hort. Soc. New York 3, 79—85 (1927). — CHITTENDEN, F. L. S.: (1) Pollination in orchards. III. Self-fruit-fullness and selfsterility in apples. J. Roy. Hort. Soc. 1914, 615—628; (2) Pollination in orchards. The flowering of pears. Ebenda 1918, 366—372. — CHOMISURY, N.: Pollencytologie und Keimfähigkeit bei *Prunus* und *Rubus*. Angew. Bot. 9, 626—636 (1927). — CLOSE, C. P.: (1) Pollination in apples. 14 th. Ann. Rep. Delaw. Agr. Exp. Stat. 1902; (2) Pollination of pears, peaches and apples. Del. Agr. Exp. Stat. Rep. 1903, 99—102; (3) Immediate effect of cross pollination in apples. Proc. Soc. Hort. Sci. 1907. — CONNORS, C. H.: (1) Fruit setting in the J. H. Hale peach. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 19, 147—151 (1922); (2) Pollen sterility in peaches. Science 66, 332 (1927); (3) Sterility in peaches. Mem. Hort. Soc. New York 3, 215—221 (1927). — COOPER, J. R.: The behaviour of pollen tubes in self and cross pollination. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 25, 138—140 (1928). — CORRENS, C.: (1) Selbststerilität und Individualstoffe. Biol. Zbl. 33, 389—424 (1912); (2) Bestimmung, Vererbung und Verteilung des Geschlechts bei höheren Pflanzen. Handbuch der Vererbungswissenschaft 2 C (1928). — CRANDALL, C. S.: (1) The vitality of pollen. Amer. Soc. Hort. Sci. Rep. 1912, 121; (2) Seed production in apples. Illinois Stat. Bull. 203, 185—213 (1917); (3) An experiment in self-fertilisation of the peach. Proc. Mar. Soc. Hort. Sci. 16 (1920); (4) Results of self-pollination of apple flowers. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 1921, 95—106; (5) Additional records of self-sterility in apples. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 1924, 63—67; (6) Blooming periods of apples. Illinois Stat. Bull. 251, 113—145 (1924); (7) Apple breeding at the university of Illinois. Ebenda 275, 337—600 (1926). — CRANE, M. B.: (1) Experiments in breeding plums with a note on peaches. J. Pomol. a. Hort. Sci. 2, 137—159 (1921); (2) Report on tests of self-sterility and cross-incompatibility in plums, cherries and apples at the John Innes Horticultural Institution II. Ebenda 1923, 67—85; (3) Self- and cross-sterility in fruit trees. The John Innes Horticultural Institution, S. 7. 1911—1925 (1925); (4) Self-sterility and cross-incompatibility in plums and cherries. J. Genet. 15, 301—322 (1925); (5) Studies in relation to sterility in plums, cherries, apples and raspberries. Mem. Hort. Soc. New York 3, 119—134 (1927); (6) Polyploidy and sterility in cultivated fruits. Conference on polyploidy, John Innes Horticultural Institution, S. 38—41. Headly Brothers 1929. — CRANE, M. B., u. W. J. C. LAWRENCE: (1) Genetical and cytological aspects of incompatibility and sterility in cultivated fruits. J. of Pomol. a. Hort. Sci. 7, 276—301 (1929); (2) Fertility and vigour of apples in relation to chromosome number. J. Genet. 22, Nr 2 (1930); (3) Sterility and incompatibility in diploid and polyploid fruits. J. Genet. 24, 97—107 (1931). (4) Studies in sterility. Rep. IX. internat. Hort. Congress London 1930. The Roy. Hort. Soc. (1931).

DAHL, C. G., u. E. JOHANSSON: Redogörelse försök och jakttagelser på fruktodlingens område vid Alnars trädgårdar under året 1923, Sver. pomol. Förenings Årsskr. 24, 50—57 (1924). — DARLINGTON, C. D.: (1) On the cytology of the cherries. Rep. brit. Assoc. for Adv. of Sci. 1926, 407—408; (2) Studies in *Prunus* I und II. J. Genet. 19, 213—256 (1928); (3) Studies in *Prunus* III. Ebenda 22, 65—93 (1930). — DARLINGTON, C. D., u. A. A. MOFFET:

Primary and secondary chromosome balance in *Pyrus*. Ebenda **22**, 129—151 (1930). — DETJEN, L. R.: (1) A study of the june drop of fruits in Delaware. Delaware Stat. Bull. **139**, 19—21 (1925); (2) Horticultural investigations ta the Delaware Station. Ebenda **141** (1925); (3) Observations on the dropping of young fruits. Peninsula Hort. Soc. (Delaware) Trans. **40**, 34—40 (1926). — DIEHL, H. C., u. J. R. MAGNESS: The ripening of California plums. California Dep. Mo. Bull. **11**, 387—392 (1922). — DORSEY, M. J.: (1) A study of sterility in the plum. Genetics **4**, 417—488 (1919); (2) The set of fruits in apple crosses. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. **1921**, 82—94; (3) Sterility in relation to horticulture. Amer. J. Bot. **10**, 474—485 (1923); (4) The J. H. Hale situation in Illinois. Ky. Stat. Hort. Soc. Trans. **1927**, 105—116. — DUFOUR, F.: Autostérilité des variétés fruitières. Congrès international de pomologie Liège **1930**, 116—133.

EAST, E. M.: (1) Studies on self-sterility III, IV and V. Genetics **4**, 341—363 (1919); (2) Genetical aspect of self- and crosssterility. Amer. J. Bot. **10**, 468—473 (1924); (3) Physiology of selfsterility in plants. J. gen. Physiol. **9**, 403—416 (1926). — EAST, E. M., u. A. J. MANGELSDORF: A new interpretation of the heredity behaviour of self-steril plants. Proc. nat. Acad. Sci. **11**, 166—171 (1925). — Ebert: Ketzergedanken zur Frage der Fremdbefruchtung. Obst- u. Gemüsebau **1927**, 356—357. — EINSET, O.: Cross-unfruitfulness in the apple. New York Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. **159**, 24 (1930). — ELLENWOOD, O. W.: Blooming period and yield of apples: A 15 year average. Ohio Stat. Bull. **385**, 69—82 (1925). — ELSSMANN, E.: Über Bedingungen eines guten Blüten- und Fruchtsatzes bei unseren Obstbäumen und die Keimfähigkeit ihres Pollens. Geisenheimer Mitt. Obst- u. Gartenbau **39** (1924). — ERNST, A.: Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena: Gustav Fischer 1918. — EWERT, R.: (1) Blütenbiologie und Tragbarkeit unserer Obstbäume. Landw. Jb. **1906**, 259—287; (2) Die Parthenokarpie oder Jungferfrüchtigkeit der Obstbäume und ihre Bedeutung für den Obstbau. Berlin: Parey 1907; (3) Neuere Untersuchungen über Parthenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen. Landw. Jb. **1909**, 767—839; (4) Parthenokarpie bei der Stachelbeere. Ebenda **1910**; (5) Die korrelativen Einflüsse des Kerns beim Reifeprozess der Früchte. Ebenda **1910**, 471—486; (6) Die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Organe der Obstblüte, insbesondere des Blütenpollens, gegen Frost. Z. Pflanzenkrkh. **20** (1910); (7) Die Jungferfrüchtigkeit als Schutz der Obstblüte gegen die Folgen von Frost- und Insektenschäden. Ebenda **21** (1911); (8) Die Wirksamkeit des eigenen Pollens beim Kernobst. Ber. bot. Versuchsstat. Proskau **1914**; (9) Förderung der Fruchtbarkeit der Obstbäume durch Bienenzucht. Ber. höh. staatl. Lehranst. Proskau **1918/19**, 74—82; (10) Der Einfluß der Bienenzucht auf Befruchtung und Ertrag der Obstbäume. Arch. Bienenkde **3** (1921); (11) Förderung der Fruchtbarkeit der Obstbäume durch Bienenzucht. Ber. höh. staatl. Lehranst. Proskau **1922**; Landw. Jb. **57**; (12) Pflanzenphysiologische und biologische Forschungen im Obstbau. Landw. Jb. **1926**, 759—785; (13) Obstbau und Bienenzucht. Arch. Bienenkde **1927**; (14) Blüten und Früchten der insektenblütigen Garten- und Feldfrüchte unter dem Einfluß der Bienenzucht. Neudamm: Neumann 1920.

FLETSCHER, S. W.: (1) Pollination in orchards. Cornell Agr. Exp. Stat. Bull. **181** (1900); (2) Pollination of Bartlett and Kieffer pears. Virg. Agr. Exp. Stat. Ann. Rep. **1909/10** (1911). — FLORIN, E. H.: (1) Bestäubung und Fruchtertrag bei Birnsorten. Frankfurt a. O.: Trowitsch & Sohn 1926; (2) Pollinering och fruchtsättning hos pollmonsorter. Medd. perman. Komm. Fruktodling **1927**, Nr 12, 1—59. — FLORIN, R.: (1) Biologiska undersögningar ar fruktträd. Sveriges pomol. Fören. Arsskr. **1918**, 105—113; (2) Zur Kenntnis der Fertilität und partiellen Sterilität des Pollens bei Apfel- und Birnsorten. Acta Horti Bergiani **7**, 1—39 (1920); (3) Om sterilitet hos svenska fruktsorter. Sveriges pomol. Fören. Arsskr. **21** (1920); (4) Biologiska undersögningar av fruktträd IV. Ebenda **22** (1921); (5) Om sortenkombinationen in fruktträdgar. Ebenda **22** (1922); (6) Die Bestäubung der Kirschenblüte, S. 1—32. Frankfurt a. O.: Trowitsch & Sohn 1924; (7) Körbsärsträdens pollinering. Medd. perman. Komm. Fruktodlingsförsök **1924**, Nr 1, 1—34; (8) Pollen production and incompatibilities in apples and pears. Mem. Hort. Soc. New York **3**, 87—118 (1927).

GARDNER, V. R.: A preliminary report on the pollination of the sweet cherry. Oregon Agr. Coll. Exp. Stat. Bull. **116** (1913). — GARDNER, V. R., u. S. JOHNSTON: Fruit setting in the J. H. Hale peach. Michigan Stat. Quart. Bull. **7**, 56—58 (1924). — GOFF, E. S.: Flowering and fertilisation of the native plum. Gard. a. Forest **7**, 262—263 (1894). — GOURLEY, J. H.: Pollination and the sterility problem. Proc. Ohio State Hort. Soc. **57**, 18—23 (1924). — GOWEN, J. W.: Self-sterility and cross-sterility in the apple. Maine Stat. Bull. **287**, 61—88 (1920). — GRUBB, N. H.: Winter pruning experiments with apple trees. J. Roy. Hort. Soc. **47**, 139—162 (1922).

HALLER, M. H.: Changes in the pectic constituents of apples in relation to softening. J. agricult. Res. **39**, 739—746 (1929). — HARVEY, E. M., u. A. E. MURNEEK: The relation of carbohydrates and nitrogen to the behaviour of apple spurs. Oregon Stat. Bull. **176** (1921).

- HATTON, R. G., u. N. H. GRUBB: Some factors influencing the period of blossoming of apples and plums. East. Mall. Res. Stat. Ann. Rep. 1924—27, 81—86. — HEDRICK, U. P.: (1) The relation of weather to the setting of fruit with blooming Data for 866 varieties of fruit. Exp. Stat. Geneva Bull. 299 (1908); (2) The blooming season of hardy fruits. New York State Stat. Bull. 408, 393—418 (1915). — HEILBORN, OTTO: (1) Cytologische Studien über Pollensterilität von Apfelsorten. Sv. bot. Tidskr. 22, 185—199 (1928); (2) Temperatur und Chromosomenkonjugation. Ebenda 24, 12—25 (1930). — HEINICKE, A. J.: (1) Factors influencing the abscission of flowers and partially developed fruits of the apple (*Pyrus malus*). New York Cornell Stat. Bull. 393, 45—114 (1917); (2) The why of the „June drop“ of fruit. Cornell Countryman 15 (1918); (3) Concerning the shedding of flowers and fruits and other abscission phenomena in apples and pears. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 16, 76—83 (1919); (4) The set of apples as affected by some treatments given shortly before and after the flower open. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 20, 19—25 (1923); (5) Pollination and other conditions determining the set of fruit. New York State Hort. Soc. Proc. 71, 42—52 (1926). — HENDRICKSON, A. N.: (1) The common honey bee as an agent in prune pollination. California Agr. Exp. Stat. Bull. 274, 127—132 (1916); (2) The common honey bee as an agent in prune pollination. California Stat. Bull. 291 (1918); (3) Five years results in plum pollination. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 15, 65—66 (1918); (4) Plum pollination. California Agr. Exp. Stat. Bull. 310 (1919); (5) Inter species pollination of plums. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 16, 50—52 (1919); (6) Further experiments in plum pollination. California Stat. Bull. 352, 245—266 (1922). — HOOKER, H. D.: (1) Seasonal changes in the chemical composition of apple spurs. Missouri Stat. Res. Bull. 40, 3—51 (1920); (2) Certain responses of apple trees to nitrogen applications of different kinds and at different seasons. Univ. Missouri Agr. Exp. Stat. Res. Bull. 50, 1—18 (1922). — HOOPER, CECIL, H.: (1) Observations on the blossoming of hardy cultivated fruits. J. Roy. Hort. Soc. 36 III, 548—564 (1911); (2) The pollination and setting of fruit blossoms and their insect visitors. Ebenda 38, 238—248 (1912); (3) The pollination of fruit trees and its bearing on planting. The Gardeners Chronic. 1913; (4) The question of pollination of fruit in relation to commercial fruit growing. Brit. Bee J. 1918; (5) Pollination of fruits. J. Ministry Agricult. 28 (1921); (6) Note on the pollination of cherries applied to commercial cherry growing. Pomol. a. Hort. Sci. 3, 185—190 (1924); (7) The study of the order of flowering and pollination of fruit blossom applied to commercial fruit growing. J. Roy. Soc. Arts 77, 424—438 (1929). — HÖSTERMANN, G.: (1) Samenlose Birnen infolge Spätfröste. Ber. kgl. gärtn. Lehranst. Dahlem 1913, 61—62; (2) Zur Frage der Xenienbildung. Gärtnerische Kulturgeschichte. Angew. Bot. 6, 232—242 (1924). — HOWLETT, F. S.: (1) Nitrogen and carbohydrate composition of the developing flowers and young fruits of the apple. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 20, 31—37 (1923); (2) The chemical composition of developing flowers and young fruits from weak and vigorous spurs of the apple. Ebenda 21, 194—199 (1924); (3) The nitrogen and carbohydrate composition of the developing flowers and young fruits of the apple. New York Cornell Stat. Mem. 99, 3—79 (1926); (4) Some factors of importance in fruit setting studies with apple varieties. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 23, 307—315 (1926); (5) Apple pollination studies in Ohio. Ohio Stat. Bull. 404, 1—84 (1927); (6) Further self- and crosspollination studies with the Baldwin apple. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 24, 105—110 (1927). — HUBER, K.: Die Durchführung von Obstbaumdüngungsversuchen. Dtsch. Obstbauztg 1913, 148. — HUTSON, RAY: The relation of honey bees to fruit pollination in New Jersey. New York Agr. Exp. Stat. Bull. 434, 1—32 (1926).
- JANSON, A.: (1) Obstsortenwahl. Gartenwelt 29, 122—125 (1925); (2) Obstbauliche Befruchtungsfragen. Dtsch. landw. Presse 54, Nr 34/35 (1925). — JOHANSSON, EMIL: (1) Blombiologiska försök vid Alnarp. 1923—1925; Sverigs pomol. Fören. Arsskr. 27, 1—30 (1926); (2) Pollination studies. Ebenda 30, 434 (1929). — JOHANSSON, NILS: (1) Blombiologiska försök av fruktträd. Ebenda 22 (1921); (2) Pollinerings och kombinationsförsök med fruktträd. Ebenda 24 (1923). — JOHNSTON, S.: Pollination, an important factor in successful pear production. Michigan State Hort. Soc. Ann. Rep. 57, 196—199 (1927).
- KAMLAH, HELLMUTH: (1) Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Kirschen- und Birnsorten. Dissert., Halle. Kühns Arch. 19 (1928); (2) Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Kirschen- und Birnsorten. Gartenbauwissenschaft 1, 10—45 (1928). — KAWECKA, B.: Etudes sur le pollen des poiriers et des pommiers. Bull. Acad. Polon. Sci. et Lettres, Cl. Sci. Math. et Nat., Sér. B 1925, 847—876. — KEIL, J. M.: Apple pollination. Ohio State Mo. Bull. 8, 51—58 (1923). — KERR, W. L.: Cross- and selfpollination studies with the peach in Maryland. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 24, 97—101 (1927). — KESSLER, H.: (1) Aufblühfolge und Blühperiode einzelner Apfelsorten. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 1928, 522—526; (2) Der gegenwärtige Stand der Obstlagerungsfrage. Landw. Jb. Schweiz 1928, 598—642. — KIKUCHI, A.: Self- and cross-sterility in the Japanese pear. Mem. Hort. Soc. New York 3, 233—241 (1927). — KIRCHNER: Über die kernlose Mispel. Jber. Ver. vaterländ. Naturforschg Württ. 1900. — KNIGHT, L. J.: Physiological

aspects of selfsterility of the apple. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 15, 101—105 (1918). — KNOWLTON, H. E.: (1) Methods in apple pollination experiments. Ebenda 17, 44—47 (1920); (2) Studies in pollen with special reference to longevity. Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Ithaca. Mem. 52 (1922); (3) Pollen abortion in the peach. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 21, 67—69 (1924). — KNOWLTON, H. E., u. H. P. SEVY: The relation of temperature to pollen tube growth in vitro. Ebenda 22, 110—115 (1925). — KOBEL, F.: (1) Die Keimfähigkeit des Pollens einiger wichtiger Apfel- und Birnsorten und die Frage der gegenseitigen Befruchtungsfähigkeit dieser Sorten. Landw. Jb. Schweiz 1924, 461—473; (2) Die cytologischen Ursachen der partiellen Pollensterilität bei Apfel- und Birnsorten. Arch. Julius Klaus-Stiftg Zürich 2, 39—57 (1926); (3) Ursachen und Folgen der teilweisen Pollensterilität verschiedener Apfel- und Birnsorten. Landw. Jb. Schweiz 1926, 441—461; (4) Untersuchungen über die Keimfähigkeit des Pollens unserer wichtigsten Stein- und Kernobstsorten, mit einem Überblick über die Befruchtungsverhältnisse derselben. Ebenda 1926, 550—589; (5) Cytologische Abnormitäten bei Apfel- und Birnsorten und ihre Folgen. Verh. schweiz. naturforsch. Ges. Freiburg 1926 II, 205—206; (6) Cytologische Untersuchungen, an *Prunoiden* und *Pomoiden*. Arch. Julius-Klaus-Stiftg Zürich 3, 1—84 (1927); (7) Cytologische Untersuchungen als Grundlage für die Immunitätszüchtung bei der Rebe. Landw. Jb. Schweiz 1929, 232—272; (8) Die verschiedenen Formen der Sterilität bei unseren Obstgewächsen. Vjschr. naturforsch. Ges. Zürich 75, 56—160 (1930); (9) Befruchtungsversuche mit Apfelsorten. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 1931; (10) Befruchtungsversuche mit Kirschen. Ebenda 1931. — KOBEL, F., u. TH. SACHOFF: Befruchtungsversuche mit Kirschen. Landw. Jb. Schweiz 1929, 1036—1064. — KOCHS: Der Einfluß verschiedener Dünger auf die Zusammensetzung der Kirschen. Landw. Jb. 56, Erg.-Bd. 1. — KOLESNIKOW, V. A.: (1) Parthenocarpy and self-pollination in fruit. Bull. Salgier Pomol. Exp. Stat. 2, 3—42 (1927); (2) The importance of the question about the pollination for the commercial fruit growing. Bull. Constant Pomol. Committee Kuban Dep. Agr. 1, 27—39 (1928). — KOSMANOFF, S.: Zur Kenntnis der Aufbewahrung des Pollens von Süß- und Sauerkirschen. Arbeiten der Mleever Gartenbauversuchsstat., Sekt. f. Obstbau Nr 14, 77—82 (1929). — KOSTER, FR.: Krydsbefruchtungsversog. Gartner-Tidende, Kobenhavn 1929, 6 S. — KOSTINA, K.: (1) Experiments in selfpollination of fruit trees. J. Gov. bot. Gard. Nikita Yalta 9, 54—76 (1927); (2) Selfpollination of fruit trees. Ebenda 10, 1—86 (1928). — KRAUS, E. J., u. H. R. KRAYBILL: Vegetation and reproduction with special reference to the tomato (*Solanum Lycopersicum*). Oregon Stat. Bull. 149, 5—90 (1918). — KROEMER, K. u. E. ELSSMANN: Untersuchungen über die Keimfähigkeit des Pollens bei Obstbäumen. Landw. Jb. 60, 487—489 (1923). — KRUMBHOLZ: Untersuchungen über Xenienbildungen bei Äpfeln. Ebenda 1930, 124 (Jahresber. Geisenheim). — KVAALE, E.: Abortive and steril apple pollen. Mem. Hort. Soc. New York 3, 399—408 (1927).

LEWIS, C. J., u. G. G. BROWN: Influence of commercial fertilizer upon bearing of apple trees. Oregon Stat. Bull. 141, 37—47 (1917). — LEWIS, C. J., F. C. REINER u. G. G. BROWN: Fertilizers for Oregon orchards. Oregon Agr. Exp. Stat. Bull. 166 (1920). — LEWIS, C. J., u. C. C. VINCENT: Pollination of the apple. Ebenda 104, 3—40 (1909). — LINDENBEIN, W.: Cytologische Untersuchungen über die Sterilitätsursachen einiger Stein- und Kernobstsorten I. Die Pollenentwicklung einiger Süßkirschen. Gartenbauwissenschaft 2, 133—157 (1929). — LINDFORS, TH.: Om Pollination och fruktsättning hos Gravensteiner och Akerö. Sveriges pomol. Fören. Arsskr. 23, 172—176; K. Landsbr. Akad. Handl. och Tidskr. 61, 233—237 (1922). — LÖSCHNIG, J.: Die Apfelblüte in Wechselbeziehung zur Fruchtbarkeit. Z. Garten- u. Obstbau 4, 85—88 (1924). — MACDANIELS, L. H.: (1) Cross-pollination between the Reine Claude and Burbank plum. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 20, 123—127 (1923); (2) Pollination studies with certain New York state apple varieties. Ebenda 22, 87—96 (1925). — MACDANIELS, L. H., u. J. R. FURR: The effect of dusting-sulfur upon the germination of the pollen and the set of fruit of apple. New York Cornell Stat. Bull. 499 (1930). 13 S. — MACDANIELS, L. H., u. A. J. HEINICKE: Pollination and the factors affecting the set of fruit with special reference to the apple. Ebenda 497 (1929). 47 S.

MACOUN, W. T.: (1) Apple breeding in Canada. Agr. Gaz. Canada 5, 126—128 (1918); (2) Report of the Dominion Horticulturist. Preliminary report on self-pollination studies, S. 13—15. (1922); (3) Report of the division of horticulture. Canada Dep. Agr. Exp. Farms. Div. Hort. Rep. 1924; (4) Culture du prunier. Dominion du Canada. Ministère fédéral de l'agriculture. Bull., Nouv. série 45, 1—79 (1925). — MAGNESS, J. R.: Investigations in the shipping and storage of Bartlett Pears. J. agricult. Res. 19, 473—500 (1920). — MAGNESS, J. R., u. A. M. BURROUGHS: Second report studies in apple storage. Storage investigations, S. 17—98; Marble Labor. Inc. Canton, Penn. 1921/22. — MAGNESS, J. R., u. H. C. DIEHL: Physiological studies on apples in storage. J. agricult. Res. 27, 1—38 (1924). — MANARESI, A.: Ricerche sul polline degli alberi fruttiferi. Staz. Sper. Agrar. Ital. 45 (1912). — MARSHALL, E. R.: Report of three years results in plum pollination in Oregon. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 16, 42—49 (1919). — MARSHALL, E. R., S. JOHNSTON,

H. D. HOOSMAN u. H. M. WELLS: The pollination of orchard fruits in Michigan. Michigan Stat. Spec. Bull. **188** (1929). 38 S. — MARTIN, J. N., u. L. E. YOCUM: A study of the pollen and pistils of apples in relation to the germination of the pollen. Proc. Iowa Acad. Sci. **25**, 391—410 (1918). — MEIER, K., u. H. KESSLER: Kühlagerungsversuche mit verschiedenen Apfelsorten in den Perioden 1927/28 und 1928/29. Landw. Jb. Schweiz **1929**. — MINDERHOUD, A.: Untersuchungen über das Betragen der Honigbiene als Blütenbestäuberin. Gartenbauwissenschaft **4**, 342—362 (1931). — MORRIS, O. M.: (1) Report of the division of horticulture. Washington State Bull. **158**, 26—30 (1920); (2) Studies in apple pollination. Ebenda **163**, 1—32 (1921). — MÜLLER-THURGAU, H.: (1) Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen. Landw. Jb. Schweiz **1898**, 135—205; (2) Folgen der Bestäubung bei Obst- und Rebenblüten. 1901—1903. 8. Ber. Zürcher bot. Ges. **1903**; (3) Die Befruchtungsverhältnisse bei den Obstbäumen. Landw. Jb. Schweiz **1905**; (4) Weitere Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei den Obstbäumen. Ebenda **1907**; (5) Kernlose Traubenbeeren und Obstfrüchte. Ebenda **1910**, 223—225; (6) Die Befruchtungsverhältnisse bei den Obstbäumen. Ebenda **1915**, 560—566; (7) Die Einwirkung der Ernährung auf die Blütenbildung der Obstbäume. Ebenda **1917**, 438—441. — MÜLLER-THURGAU, H., u. F. KOBEL: Untersuchungen über den Blüten- und Fruchtsatz unserer Obstbäume. Ebenda **1928**, 684—782. — MÜLLER-THURGAU, H., u. A. OSTERWALDER: Acetaldehydbildung in Obstfrüchten. Ebenda **1915**, 508—509. — MURNEEK, A. E., W. W. YOCUM u. E. N. McCUBBIN: Apple pollination investigations. Univ. Missouri Agr. Exp. Stat. Res. Bull. **138**, 1—36 (1930).

NAMIKAWA, I.: Growth of pollen tube in self-pollinated apple flowers. Bot. Gaz. **76**, 302—310 (1923). — NEBEL, B.: (1) Zur Cytologie von *Malus* und *Vitis*. Gartenbauwissenschaft **1**, 549—592 (1929); (2) Über einige Obstkreuzungen aus dem Jahre 1929. Zur Cytologie von *Malus* und *Vitis*. Züchter **1**, 209—217 (1929). — NIETHAMMER, ANNELESE: Die Beeinflussung der Pollenkeimung unserer Nutz- und Ziergewächse durch die verschiedenen Giftstoffe, die im Pflanzenschutzdienst angewendet werden. Gartenbauwissenschaft **1**, 471—488 (1929). — NIGHTINGALE, G. T., R. M. ADDOMS u. M. A. BLAKE: Development and ripening of peaches as correlated with physical characteristics, chemical composition, and histological structure of the fruit flesh. III. Macrochemistry. New Jersey Stat. Bull. **494** (1930). 16 S. — NORTON, J. B. S.: The relation of time of blooming to ripening period in peach varieties. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. **15**, 66—67 (1918).

OBATON, FERNAND: Recherches experimentales sur le rougissement des cerises. C. r. Acad. Sci. Paris **176** (1923). — OIJEN-GOETHALS, M. C. VAN: (1) Bestuiving en vruchtbaarheid van Ooftboomen. Maandbl. Nederl. Pomol. Ver. Utrecht **4** (1913); (2) Bestuivingsproeven met Meikers in het Vorjaar 1915. Ebenda **6** (1916); (3) Verslag der Bestuivingsproeven over 1916. Ebenda **7** (1917). — OKABE, S.: (1) Cytological studies on *Prunus*. (English summary.) Bot. Mag. Tokyo **41** (1927); (2) Zur Cytologie der Gattung *Prunus*. Sci. Rep. Tokoku Imp. Univ. III **4** (2) (1928). — OSTERWALDER, A.: (1) Untersuchungen über das Abwerfen junger Kernobstfrüchte. Landw. Jb. Schweiz **1907**, 215—225; (2) Über das Abwerfen der Blüten unserer Kernobstbäume. Ebenda **1909**, 339—350; (3) Blütenbiologie, Embryologie und Entwicklung der Frucht unserer Kernobstbäume. Landw. Jb. **39**, 917—998 (1910); (4) Die Jungfernfrüchtigkeit unserer Mostobstarten. Landw. Jb. Schweiz **1915**; (5) Irrige Ansichten über die Befruchtung der Obstblüten. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **1919**, 447—452. — OVERHOLSER, E. L.: (1) Color development and maturity of a few fruits as affected by light exclusion. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. **14** (1918); (2) Pollination of apples. Rep. Coll. Agr. a. Agr. Exp. Stat. Univ. California **1919**, 28—29; (3) Apple pollination studies in California. California State Bull. **426**, 1—17 (1927). — OVERHOLSER, E. L., u. L. P. LATIMER: The cold storage of pears. Univ. California Coll. Agr. Bull. **377** (1924). 56 S.

PASHKEWITSCH, V. V.: (1) Influence of proper and alien pollen of different varieties on the forming and the maturing of the apple fruit. Bull. Applied Bot. a. Plant Breeding **14**, 91—103 (1925); (2) Studies on the sterility of the fruit trees in Russia. Mem. New York Hort. Soc. **3**, 175—189 (1927). — PASSECKER, F.: (1) Untersuchungen über die Fertilität des Pollens verschiedener Obstsorten. Fortschr. Landw. **1** (1926). 9 S.; (2) Untersuchungen über die Keimfähigkeit des Pollens von Kern- und Steinobstarten. Ebenda **2**, 137—142 (1927); (3) Bestäubung und Fruchtsatz bei unseren Obstgehölen. Wien. landw. Ztg **1**, 66 (1929); (4) Kann man aus der Keimfähigkeit des Pollens in Zuckerlösung auf dessen Tauglichkeit zur Befruchtung schließen? Gartenbauwissenschaft **3**, 201—236 (1930). — PATON, J. B.: Pollen and enzymes. Amer. J. Bot. **8**, Nr 10, 471—501 (1921). — PETROV, A. V.: Experiments on the influence of selfpollination and crosspollination on the forming and the variation of the apple fruit. Bull. Applied Bot. a. Plant Breeding **16**, 187—200 (1925). — PHILLIPS, A. H.: Effect of climate conditions on the blooming and ripening dates of fruit trees. New York Cornell Stat. Mem. **59**, 1383—1416 (1922). — POTTER, G. F.: Effects of midsummer applications of nitrogen on size in apple fruits. Proc. amer. Soc. Hort.

Sci. 24, 233—236 (1927). — POWELL, G. H.: Report of the horticulturist. Delaware Exp. Stat. Ann. Rep. 13 (1902). — POWER, F. B., u. V. K. CHESTNUT: (1) The odorous constituents of apple. Emanation of acetaldehyde from the ripe fruit. J. amer. chem. Soc. 42 (1920); (2) The odorous constituents of peaches. Ebenda 43, 1725—1739 (1921); (3) The odorous constituents of apples. II. Evidence of the presence of geraniol. Ebenda 44, Nr 12 (1922). — PRESCOTT, E. E.: Pollination of pear blossoms. J. agricult. Victoria 9, 1—10 (1911).

RAMSEY, H. J., A. W. MACKAY, E. L. MARKELL u. H. S. BIRD: The handling and storage of apples in the Pacific Northwest. U. S. D. A. Bull. 587 (1917). — RAWES, A. N.: Pollination in orchards. Selffertility and selfsterility in plums. J. Roy. Hort. Soc. 46, 353—357 (1921). — REINECKE, O. S. H.: Field and laboratory studies of the pollination requirements of varieties of deciduous fruit trees grown in south Africa. Union South Africa Dep. Agr. Sci. Bull. 90 (1930). — RIVIÈRE, G., u. G. BAILHACHE: Etude relative à la progression ascendante du sucre et à la progression descendante de l'acidité dans les fruits du poirier depuis leur formation jusqu'à leur maturité. J. Soc. Nat. Hort. France 4, 9. ser. (1908). — ROBERTS, R. H.: (1) Better cherry yield in Wisconsin. Wisconsin Agr. Exp. Stat. Bull. 344 (1922); (2) The development and winter injury of cherry blossom bud. Wisconsin Stat. Res. Bull. 52, 1—24 (1922); (3) Pollination and the dropping of apples. Amer. Fruit Grower 45 (1925); (4) Apple physiology: Growth, composition, and fruiting responses in apple trees. Wisconsin Stat. Res. Bull. 68, 1—72 (1926). — ROH, L. M.: (1) Über die Keimfähigkeit und Fertilität des Pollens bei verschiedenen Obstbäumen. Arbeiten der Mleever Gartenbau-Versuchsstat. Sekt. f. Obstbau Nr 14, 74 S. (1929); (2) Über die Befruchtungsverhältnisse bei verschiedenen Obstbäumen. Ebenda Nr 15, 100 S. (1929); (3) Zum Studium der Beeinflussung der Bestäuber auf die Entwicklung der Früchte und Samen bei den bestäubten Sorten. Ebenda Nr 23, 250 S. (1929). — RYBIN, V. A.: (1) Cytological investigations of the genus *Malus* (preliminary account). Bull. Applied Bot. a. Plant Breeding 16, 187—200 (1926); (2) On the number of chromosomes observed in the somatic and reduction division of the cultivated apple in connection with pollen sterility of some of its varieties. Ebenda 17, 101—120 (1927).

SANDSTEN, E. P.: Some conditions that influence the germination and fertility of the pollen. Exp. Stat. Res. Bull. Wisconsin U. S. A. 4 (1909). — SARTORIUS, O.: Zur Entwicklung und Physiologie der Rebenblüte. Angew. Bot. 8, 30—89 (1926). — SAX, K.: (1) Studies in orchards management. II. Factors influencing fruit development of the apple. Maine Stat. Bull. 298, 53—84 (1921); (2) Sterility relationship in Maine apple varieties. Ebenda 307, 61—76 (1922). — SCHUSTER, C. E.: (1) Pollination of the sweet cherry. Oregon Agr. Exp. Stat. Circ. 27 (1922); (2) New problems found in cherry pollination. Better Fruit 19, 7, 8, 19 (1924); (3) Pollination and growing of the cherry. Oregon Stat. Bull. 212, 4—40 (1925). — SEELIGER, R.: Die Keimfähigkeit des Pollens von Apfel- und Birnsorten und ihre Bedeutung für den Obstbau. Prov.-sächs. Z. Obst-, Wein- u. Gartenbau 26, 221—227 (1925). — SHAW, J. K.: Climate adaptations of apple varieties. Massachusetts Agr. Exp. Stat. Rep. 23, 177—245 (1911). — SHAW, P. J.: Blooming data of Nova Scotia apples. Nova Scotia Sec. Agr. An. Rep. 1921, 66—67. — SHOEMAKER, S. H.: (1) The significance of chromosome studies in fruit breeding. Sci. Agr. 6, 47—49 (1925); (2) Pollen development in the apple with special reference to chromosome behaviour. Bot. Gaz. 81, 148—172 (1926); (3) Cherry pollination studies. Ohio Agr. Exp. Stat. Bull. 422 (1928). — SIRKS, J. M.: De Verklaring der Zelfsteriliteit als erfelijk Verschijnsel. Landbouwkundig Tijdschr. 39, 1—19 (1927). — SMITH, C.: A pistillate *Prunus*. J. Hered. 18, 537—541 (1927). — SNYDER, W. P.: Chemical and physical changes in apples during the ripening and storage period. Trans. Ind. Hort. Soc. 1916, 408—411. — SPEYER, W.: Die klimatischen und parasitären Faktoren im Ursachenkomplex der Obstfehlerarten an der Niederelbe. Arb. biol. Reichsanst. 17, H. 5 (1929). — SPRENGER, A. M.: (1) Die Unfruchtbarkeit der Kirschen in Südlümburg in Holland. De Veldboder. 1908; (2) Selbstunfruchtbarkeit und Kreuzbestäubung von einigen Kirscharten in Zeeland. Landbouwkundig Tijdschr. 39 (1927). — SPRENGER, A. M., u. A. K. ZWEEDE: Zelfsteriliteit en kruisbestuiving van eenige Kersensorten in Zeeland. Maandbl. nederl. Genootschap Landbouwetenschap 39 (1927). — STALFELT, M. G.: (1) Pollineringsundersökningar 1919. Sveriges pomol. Fören. Arsskr. 21 (1920); (2) Självfertilitet, selvsterilitet och parthenokarpi hos vara fruktsorter. Ebenda 22 (1921). — STOUT, A. B.: (1) Selfincompatibility in wild species of apples. J. New York bot. Gard. 26, 25—31 (1921); (2) Types of sterility in plants and their significance in horticulture. Mem. New York Hort. Soc. 3, 3—8 (1927). — STUMMER, A., u. F. FRIMMEL: Über Xenien und die Möglichkeit ihres Vorkommens im Obst- und Weinbau. Jahressber. Landeswinzer- und Obstbauschule Nikolsburg 1928/29, 1929/30 (1930). 8 S. — SUTTON, IDA: (1) Report on tests of selfsterility in plums, cherries and apples at the John Innes Horticultural Institution. J. Genet. 7, 281—300 (1918); (2) Report on tests of selfsterility in plums, cherries and apples at the John Innes Horticultural Institution. J. of Pomol. 1, 1—19 (1920).

- TARR, L. W.: Changes in chemical composition of peaches. Delaware Stat. Bull. 129 (1921). — TETLEY, URSULA: A study of the anatomical development of the apple and some observations on the pectic constituents of the cell walls. J. of Pomol. 8, 153 (1930). — THATCHER, R. W.: Enzymes of apples and their relation to the ripening process. J. agricult. Res. 5, 103—116 (1915). — THOMPSON, F., u. A. C. WHITTIER: Forms of sugar found in common fruits. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 9, 16—22 (1912). — TRABUT, L.: *Pyronia*. J. Hered. 7, 416—419. — TRUELLE, A.: La situation des terrains a-t-elle de l'influence sur la richesse saccharine des pommes à cidre? Ann. Sci. agron. Franç. et Etrang. 36, 107—116 (1919). — TSCHUMI, E.: Mehr Zweckmäßigkeit im Feldobstbau. Buchdruckerei Flawil (Schweiz) 1927. — TUFTS, W. P.: (1) Almond pollination. California Stat. Bull. 306, 337—366 (1919); (2) Pollination of the Bartlett pear. California Agr. Exp. Stat. Bull. 307 (1919). — TUFTS, W. P., A. H. HENDRICKSON u. G. L. PHILP: Fields studies of the pollination requirements of certain deciduous fruits under California Conditions. Mem. Hort. Soc. New York 3, 171—174 (1927). — TUFTS, W. B., u. G. L. PHILP: (1) Almond pollination. California Exp. Stat. Bull. 346 (1922); (2) Pear pollination. Ebenda 373 (1923); (3) Pollination of the sweet cherry. California Agr. Exp. Stat. Bull. 385 (1925). — TUKEY, H. B.: (1) An experience with pollinizers for cherries. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 21, 69—73 (1924); (2) The viability of seed of certain cherry varieties. Ebenda 24, 129—132 (1927).
- VILLIERS, F. J. DE: The power of leaves to withdraw moisture from the fruit and the consequent effects. S. Afric. J. Sci. 24, 318—319 (1927). — VINCENT, C. C.: (1) Apple pollination studies in Idaho. Better Fruit 14, 11—13 (1920); (2) Suggestions on cherry production. Washington State Hort. Assoc. Proc. 17, 139—143 (1921).
- WAITE, M. B.: (1) The pollination of pear flower. U. S. Dep. Agr. Div. Veget. Pathol. Bull. 5 (1894); (2) The pollination of pomaceous fruits. Yearbook Dep. Agr. 1898. — WALLIS, E.: Sterility in fruit trees. J. Dep. Agr. Victoria 9, 10—19 (1911). — WAUGH, F. A.: (1) The pollination of the plum. Vermont Agr. Exp. Stat. Bull. 53 (1896); (2) Problems in plum pollination. Vet. Agr. Exp. Stat. Rep. 1897—99; (3) Report of the Horticulturist. The pollination of apples. Ann. Rep. Vet. Agr. Exp. Sta. 13, 1899—1900, 302—316 (1901). — WELLINGTON, R.: (1) Selfsterility and selffertility of fruit varieties grown in New York. New York State Stat. Circ. 71 (1923). 6 S.; (2) Results obtained in breeding plums. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 23, 51—53 (1926); (3) An experiment in breeding plums. New York State Stat. Techn. Bull. 127 (1927). 166 S.; (4) The results of crosspollination between different varieties of apples, pears, plums and cherries. Mem. Hort. Soc. New York 3, 165—170 (1927). — WELLINGTON, R., A. B. STOUT, O. EINSET u. L. M. VAN ALSTYME: Pollination of fruit trees. New York State Stat. Bull. 577 (1929). 54 S. — WERTH, E.: Zur Kenntnis der Blüten- und Fruchtschädigungen der Obstgewächse. Angew. Bot. 7, H. 3 (1925). — WHIPPLE, O. B.: Winter injury to the fruit in the cluster on the form of the MacIntosh and the Wealthy apple. Mont. Agr. Exp. Stat. Bull. 91, 43—45 (1912). — WICKS, W. H.: (1) Blooming period of the apple in northwest Arkansas. Arkansas Stat. Bull. 134, 3—12 (1917); (2) The effect of crosspollination on size, color, shape and quality of the apple. Ebenda 143 (1918). — WILSON, G. F.: Pollination of hardy fruits: Insect visitors to fruit blossom. Ann. Appl. Biol. 16, H. 3 (1929). — WINKLER, H.: Verbreitung und Ursache der Parthenogenesis im Pflanzen- und Tierreiche. 231 S. Jena: Gustav Fischer 1920.
- ZANDER, E.: (1) Obstbau und Bienenzucht. Stuttgart: Eugen Ulmer 1921; (2) Die Bedeutung der Bienen für die Frucht- und Samenbildung unserer Nutzpflanzen. Erl. Jb. Bienenkunde 2 (1924); (3) Zur Förderung einer zeitgemäßen Bienenzucht. Ebenda 8 (1930). — ZEDERBAUER, E.: Apfelpfenen. Fortschr. Landw. 1, 1—4 (1926). — ZIEGLER, A., u. P. BRANSCHIEDT: Pollenphysiologische Untersuchungen an Kern- und Steinobstsorten in Bayern und ihre Bedeutung für den Obstbau. 104 S. Berlin: Parey 1927.

Zu Abschnitt V. Die Züchtung neuer Sorten.

- ALDERMAN, W. H.: New fruits produced at the University of Minnesota fruit breeding farm. Univ. Minnes. Agr. Exp. Stat. Bull. 230 (1926). — AUCHTER, C. E.: A preliminary report on apple and pear breeding in Maryland. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 17, 19—32 (1920).
- BAKKE, A. L., A. W. RICHEY u. K. REEVES: Germination and storage of apple seeds. Iowa Stat. Res. Bull. 97, 241—255 (1926). — BECKER, JOSEPH: (1) Ein Beitrag zur Züchtung der Pfirsiche. Gartenwelt 27, 274—275, 285—286 (1923); (2) Über vegetative Bastardaufspaltung. Z. Pflanzenzüchtg 8, 402—420 (1922). — BLAKE, M. A., u. C. H. CONNORS: Report on horticultural investigations. New Jersey Stat. Rep. 1915, 37—47, 53—64. — BRINGE, H. F.: Rødt Fuhreple. Norsk Havetidende 1919, 35.
- CARRIERE, E. A.: Un pommier hétéromorphe. Revue horticole, 1881, 54. — CASTLE, W. E.: An apple-chimaera. J. Hered. 5, 200—202 (1914). — CHITTENDEN, R. J.: Vegetative Segregation. Bibl. Genetica 3, 357—442 (1927). — COATES, L.: The „Peach-Almond“ hybrid. J. Hered. 12, 328—329 (1921). — CONNORS, C. H.: (1) Report on horti-

- cultural investigations. New Jersey Stat. Rep. 1919; (2) Some notes on the inheritance of unit characters in the peach. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 16, 24—36 (1919); (3) Inheritance of the foliar glands of the peach. Ebenda 18, 20—26 (1921); (4) Further notes on peach breeding. Ebenda 25, 125—128 (1928). — CRANE, M. B.: Experiments in breeding plums with a note on peaches. J. of Pomol. 2, 137—159 (1921). — CRANDALL, C. S.: (1) The apple cross Tolman \times *Malus Toringo*. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. 16, 60—66 (1919); (2) Observations on characters of forms of *Malus*. Ebenda 16, 131—135 (1919); (3) Nativ crabs: Their behaviour in breeding. Illinois Stat. Bull. 311, 533—560 (1928). — CROOKER, W.: Storage, afterripening and germination of apple seeds. Amer. J. Bot. 15, 625—626 (1928). — CUMMINGS, M. B.: Apple scion selection from high and low yielding parent trees. Vermont Agr. Exp. Stat. Bull. 221, 36—38 (1921). — CUMMINGS, M. B., u. E. W. JENKINS: First twenty years of a variety apple orchard, apple scion selection. Ebenda 255, 32 (1926).
- DAHLGREN, K. V. OSSIAN: Eine Sektorialchimäre vom Apfel. Hereditas 9, 335—424 (1927). — DANIEL, L.: (1) Un nouvel hybride de greffe: le néflier de Lagrange. Rev. Bret. Bot. 4, 136—140 (1909); (2) On the stability and heredity of *Crataegomespilus* and of *Pyrus cydonia*. C. r. Acad. Sci. Paris 169, 513—515 (1919). — DARLINGTON, C. D.: (1) The behaviour of polyploids. Nature 1927. S. 3; (2) Studies in *Prunus* I. and II. J. Genet. 19, 213, 256 (1928); (3) Studies in *Prunus* III. Ebenda 22, 65—93 (1930). — DARLINGTON, C. D., u. A. A. MOFFET: Primary and secondary Chromosome balance in *Pyrus*. Ebenda 22, 129—151 (1930). — DORSEY, M. J.: Bud variation as a practical asset in horticulture. Minnesota Hort. 46, 304—311 (1918). — DORSEY, M. J., u. J. BUSHNELL: Plum investigations. II. The inheritance of hardness. Minnesota Stat. Techn. Bull. 32, 3—34 (1925).
- ENOMOTO, N., u. V. KAKIZAKI: Bud variations in the Peach and the Sand Pear. Jap. J. of Genet. 1, 107—165 (1922). — EWERT, R.: Pflanzenphysiologische und biologische Forschungen im Obstbau. Landw. Jb. 1926, 759—786.
- FLORIN, C. u. R.: J. P. Bergius, en ny äpplesort. Acta Horti Bergiani 6 (1918). — FOCKE, W. O.: Die Pflanzenmischlinge. Ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Berlin 1881.
- GARDNER, V. R.: Bud selection with special reference to the apple and strawberry. Miss. Stat. Res. Bull. 39, 3—30 (1920). — GRAN, H. H.: Nye frugtsorter, opstaat ved knospemutation. Norsk Havet. 35 (1919). — GRUBB, N. H., u. A. W. WITT: Cherry stocks, their behaviour in the nursery. Ann. Rep. East Malling Res. Stat. 1924, 87—92.
- HANSEN, N. E.: The never fruits in 1915 and how secured. Minnesota Hort. 44, 307—312 (1916). — HARRINGTON, G. T., u. B. C. HITE: Afterripening and germination of apple seeds. J. agricult. Res. 23, 153—161 (1923). — HARTMAN, H.: Hybrids between *Pyrus malus* and *Pyrus fusca*. J. Hered. 20, 378—380 (1929). — HEDRICK, U. P.: Forty-ninth annual Report. New York Agr. Exp. Stat. Geneva. 99 Seiten (1930). — HEDRICK, U. P., u. R. WELLINGTON: An experiment in breeding apples. N. Y. Agr. Exp. Stat. Bull. 350, 141 bis 186 (1912). — HEPPNER, M. J.: (1) The factor for bitterness in the sweet almond. Genetics 8, 390—391 (1923); (2) Further evidence on the factor of bitterness in the sweet almond. Ebenda 11, 604—605 (1926). — HILDEBRAND, F.: Über einen Bastardapfel und eine Bastardbirne. Ber. dtsh. bot. Ges. 30 (1912).
- JOHNSTONE, K. H.: Observations on the varietal resistance of the apple scab (*Venturia inaequalis* Aderh.) with special reference to its physiological aspects. J. of Pomology 9, 30—52 (1931). — JONES, D. F.: Burbank's results with plums. J. Hered. 19, 358—371 (1928).
- KINMAN, C. F.: A study of some unproductive cherry trees in California. J. agricult. Res. 41, 327—335 (1930). — KOBEL, F.: (1) Cytologische Untersuchungen als Grundlage für die Immunitätszüchtung bei der Rebe. Landw. Jb. Schweiz 1929, 232—272; (2) Die cytologischen und genetischen Voraussetzungen für die Immunitätszüchtung der Rebe. Züchter 7, 197—202 (1929).
- LAMPRECHT, HERBERT: Eine Sektorialchimäre vom Apfel. Die Beziehungen zwischen dem sortenfremden Sektor und dem übrigen Teil der Chimäre. Hereditas 8, 351—358 (1926/27). — LANTZ, H. L.: Apple breeding: A study of Jonathan crosses. Iowa Stat. Res. Bull. 116, 120—160 (1928).
- MACOUN, W. T.: (1) Report of the Dominion Horticulturist. Canada Dep. Agr. Exp. Stat. Farms, Div. Hort. Rep. 1923, 1—42; (2) Culture du prunier. Dominion du Canada Ministère fédéral de l'agriculture. Bull. 45, Nouv. Série 1—79 (1925); (3) Report of the division of Horticulture. Canada Exp. Farms, Div. Hort. Rep. 1925, 51.
- NEBEL, B.: Über einige Obstkreuzungen aus dem Jahre 1929; Zur Cytologie von *Malus* II. Züchter 1, 209—217 (1929).
- OSKAMP, J.: The Indiana Horticultural Societys experimental orchard. Ind. Stat. Circ. 74, 16.
- RIETSEMA, J.: La lutte organisée contre la dégénérescence de quelques espèces fruitières. Congr. internat. pomol. Liège 1930, 76—84. — RIVIÈRE, G., u. G. BAILHACHE: *Amygdalopersica Formonti*. C. r. Acad. Sci. Paris 161, 497—499 (1915); 168, 525 (1919). —

RIVIÈRE, G., u. G. PICHARD: De la postérité de l'*Amygdalopersica Formonti* (L. Daniel). Ebenda **181**, 525—526 (1925). — RYBIN, V. A.: On the number of chromosomes observed in the somatic and reduction division of the cultivated apple in connection with pollen sterility of some of its varieties. Bull. Applied Bot. Gen. a. Plant Breeding **17**, 101—120 (1927).

SAX, KARL, u. JOHN W. GOWEN: Permanence of tree performance in a clonal variety and a critique of the theory of bud mutation. Genetics **8**, 179—211 (1923). — SEELIGER, R.: (1) Die züchterische Behandlung des Apfels. Dtsch. Obst- u. Gemüsebauztg **69**, 227—229 (1923); (2) Die Weißdornmispel von Anzig. Ber. dtsh. bot. Ges. **44**, 506—516 (1926). — SHAMEL, A. D., C. S. POMEROY u. R. E. CARYL: Bud selection in Washington Navel orange: Progeny tests of limb variations. U. S. Dep. Agr. Techn. Bull. **123** (1929). 72 S. — SROUT, A. B.: A graft chimaera in the apple. J. Hered. **9**, 232—237 (1921). — SWINGLE, CHARLES F.: Graft hybrids in plants. Ebenda **18**, 73—94.

TRABUT, L.: *Pyronia*. J. Hered. **7**, 416—419 (1916). — TUKEY, H. B.: (1) Studies of fruit seed storage and germination. New York Stat. Bull. **509**, 3—19 (1924); (2) The viability of seeds from certain cherry varieties. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. **24**, 129—132 (1927).

VORONOV, J. N.: Wild growing progenitors of fruit trees of the Caucasus and Western Asia. Bull. Apple Bot. a. Plantbreed. **14**, 44—72 (1925).

WELDON, G. P.: Instability in peach varieties. J. Hered. **15**, 86—90 (1924). — WEL-LINGTON, R.: (1) Apple varieties which have made the best parents. Proc. amer. Soc. Hort. Sci. **18**, 28—29 (1921); (2) An experiment in breeding apples. New York Stat. Techn. Bull. **106**, 5—149 (1924); (3) An experiment in breeding Plums. New York Stat. Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. **127**, 1—59 (1927). — WIESMANN, R.: Untersuchungen über Apfel- und Birnschorfpilz, *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl. und *Fusicladium pirinum* (Lib.) Fckl., sowie die Schorfanfälligkeit einzelner Apfel- und Birnsorten. Landw. Jb. Schweiz **1931**, 109—156. — WOODROOF, J. G.: The pineapple pear. Georgia Stat. Bull. **142**, 77—105 (1923).

Sachverzeichnis.

- Abfallen junger Früchte 180, 183.
 — — — Perioden 180.
 — — — Ursachen 180, 181.
 Ablösbarkeit von Rinde und Bast 38.
 Ablösungsschicht 180.
 Abstammung, phylogenetische 105.
 Affinität zwischen Unterlage und Edelreis 208.
 Agar 98.
Agaricus squarrosus 215.
 Aldehyde 191.
 Alkohol 190.
 Allel 235.
 Alter, erreichbares 216.
 — „tragbares“ 205.
 Altern, physiologisches 229.
 — vorzeitiges 59.
 Altersstufe, mittlere 213.
 Aluminium 8.
 Ameisen 161, 162.
 Ameisensäure 190.
Americana-nigra-Besseyi-Gruppe 245.
 Aminosäuren 1, 20, 22, 26.
 Aminostickstoff, Gehalt an 26.
 Ammoniak, schwefelsaures 14, 44, 212, 215.
 Ammoniakstickstoff 185.
Amgdalopersica Formonti 226.
 Amylase 93.
 Analysen, chemische 53.
 Anaphase 87*, 89*, 120*.
 Anbauwürdigkeit von Obstarten und -sorten 29, 74.
 Antheren 98.
 Anthocyan 22.
 Antipoden 91*.
 Äpfel, normal befruchtete 133.
 Apfelbaum, Knospenmutationen 227.
 — Pfropfchimären 226.
 Apfelblüten, rein weibliche 96.
 Apfelsäure 189.
 Apfelsorten, Ausbildung der Samen 130*.
 — Befruchtungsversuche mit diploiden und triploiden 111.
 — Bildung tauber Samen 128.
 — Chimärenbildung 168*.
 Apfelsorten, diploide 129.
 — Frucht- und Samenbildung nach Selbstbestäubung 149.
 — frühreifende 45.
 — Intersterilität 148, 151.
 — Kreuzung von sauren 241.
 — kultivierte 139.
 — Pollenkeimfähigkeit 109, 110*.
 — Reduktionsteilung bei diploiden 87.
 — Reduktionsteilung bei triploiden 103, 104*.
 — schwachwüchsige 206.
 — Selbststerilität 148*.
 — triploide 104, 127, 129.
 — Versuche über Selbstbefruchtung 150.
 — Züchtung 240.
 Apfelunterlagen 208, 212.
 — starkwüchsige, vegetativ leicht vermehrbare 242.
 Apogamie 135, 136, 137, 147, 149, 175, 178*, 179.
 — fakultative 179.
 — induzierte 172.
 Aprikosen, Intersterilität 160.
 — Selbststerilität 160.
 Aprikosensorten 123.
 — Züchtung 247.
 Aprikosenspalier 191.
 Äquatorialplatte 86.
 Arbutin 20.
Armillaria mellea 215.
 Arsenpräparate 103.
 Artbastarde 140, 237, 240, 241.
 — erbliches Verhalten 230, 236.
 — Sortenzüchtung mit 238.
 Aschengehalt 27, 67, 194.
 Assimilate 61, 70, 192 (siehe auch unter Reservestoffe).
 — Abwärtsbewegung (Ableitung) 64, 68.
 — Anhäufung 223.
 — Verwendung 19.
 Assimilation 14, 16, 48, 49, 61, 70, 192.
 — des Kohlenstoffes 14, 28.
 — des Stickstoffes 14, 20.
 — mangelhafte 220.
 Assimilation, Maßnahmen zur Förderung 14.
 Ätherdämpfe 73.
 Atmung 19, 21, 28.
 — intrazelluläre 190.
 Aufblühfolge 73, 74*, 75, 77, 170.
 — Beeinflussung durch Außenfaktoren 73.
 — Verschiebung 79.
 Aufblühverhältnisse eines Blütenbüschels 75*.
 Aufblühzeit 74*.
 — relative 78.
 Aufspeichern von Reservestoffen 21.
 Aufwärtsbewegung der organischen Stoffe 22.
 Aufwärtstransport 22.
 Ausbildung der Qualität 29.
 Ausfalljahr 72, 208, 218, 221.
 Ausfalljahre und Tragjahre, Wechsel 71.
 Auslichten 69, 213, 220, 222, 224.
 — Bedeutung 61.
 Auspflücken 72, 165, 208.
 — der Blütenknospen 72.
 — der jungen Früchte 72.
 — Zeitpunkt 196.
 Ausreifung des Holzes 64.
 Austrieb 22, 25, 27, 30.
 — frühjähriger 28, 38, 207.
 Austrocknungserscheinungen 215.
 Acetaldehyd 190.
 Bakterientätigkeit 15.
 Bananen 173.
 Bast 19, 21, 24, 63.
 Bastardchromosomensatz 122.
 Bastarde, Aufspalten 232.
 — fruchtbare 238.
 — kompliziert zusammengesetzte 233.
 Bastardgeneration, erste und zweite 232, 233.
 Bastardkirschen 237.
 Bastardsamen 141.
 Bastfasern 5*, 6*.
 Bastparenchym 5*, 6*.
 Bastteil 20, 27.
 Bau, anatomischer 27.

- Bäume, abwechselnd tragende 71, 72, 205.
 — — — Umstimmung zu alljährlicher Tragbarkeit 71.
 — — — verminderter Wert 71.
 — alte 213, 216.
 — ausgewachsene, schwachwüchsige 215, 221.
 — Behandlung der zu schwach wachsenden 214.
 — Behandlung der zu üppig wachsenden 221.
 — Gruppierung nach Wuchs und Fruchtbarkeit 212.
 — kräftig wachsende, alljährlich tragende 224.
 — mäßig wachsende, abwechselnd tragende 221.
 — — — alljährlich tragende 221.
 — — — nicht blühbare 219.
 — — — nur Blüten bildende 220.
 — nicht blühfähige (blühbare) 217, 222.
 — schwachwüchsige 55, 73, 196, 205, 207, 215, 221.
 — abwechselnd tragende 217.
 — — alljährlich tragende 218.
 — nicht blühbare 217, 223.
 — nur Blüten bildende 217.
 — starkwüchsige 222.
 — nicht blühbare 224.
 — überreich blühende 206, 208.
 — unfruchtbare 64.
 — üppig wachsende 224.
 — abwechselnd tragende 224.
 Baumbehandlung 78.
 Baumbespritzung 63.
 Baumdüngung 13, 204.
 — und Assimilation 16.
 Baumgerüst 48, 60, 195.
 Baumkronen, zu dichte und richtig aufgebaute 17*.
 Baumreife 187, 194, 196, 201 bis 203.
 Baumschnitt 16, 72, 195, 221.
 — Beeinflussung der chemischen Verhältnisse 69.
 — und Wachstum 36.
 — Wert und Bedeutung 69.
 Baumwollsäcke 136, 139.
 Bedingungen, klimatische 74
 Befruchtbarkeit, gegenseitige 139, 144 (siehe auch Intersterilität).
 Befruchtung 92, 94*, 97, 112, 129, 133—135, 142, 146, 149, 162—170, 178.
 — einseitige 200*.
 — mangelhafte (schlechte, unzureichende) 112, 170, 181, 182, 217, 220, 224.
 — und Junifall 181.
 Befruchtungsfähigkeit 111, 144.
 — Dauer 73, 75.
 — gegenseitige 144.
 — Grenzen 141.
 Befruchtungsmöglichkeit 141
 — gegenseitige 140.
 Befruchtungsverhältnisse 169, 170.
 Befruchtungsversuche 110, 126, 133, 144, 146.
 — Durchführung 138*, 139*.
 — mit guten und schlechten Pollenbildnern 112.
 Befruchtungsvorgang 92, 93, 165, 167.
 — Abweichungen vom normalen 96.
 — normaler 85.
 Begasung mit Ätherdämpfen 73.
 Beschattung 50, 61—63, 192, 196.
 Beschattungsversuche 61.
 Bestäubung 131, 139, 161, 162.
 — mangelhafte 163.
 Betriebswasser 5.
 Bewässerung 2, 4.
 Bienen 96, 113, 162, 163, 169.
 — Vergiftung 165.
 — Verteilung 217.
 Bienenflug 161—164.
 Bienenhaltung, Anforderungen 163, 217.
 Bienenstand 163, 165.
 — maximaler Abstand 163.
 Bienenstöcke, Verteilung 164.
 Bienenvölker, Zahl pro Hektar 164.
 Bienezüchter 165.
 „Bildungsstoffe“ 49.
 Birnbaum, Knospenmutationen 227, 228*.
 — Veredlung auf Quitten 211*.
 Birnen, Befruchtungsverhältnisse 152.
 — japanische, Knospenmutationen 227.
 — samenlose 177*.
 Birnpollen 101.
 Birnsorten, Ausbildung der Samen 131*.
 — Intersterilität 152.
 — Pollenkeimfähigkeit 109.
 — Selbststerilität 152.
 Birnsorten, taube Samen 128.
 — triploide 104, 113, 129.
 — Züchtung 242.
 Birnwüchlinge, starkwüchsige 242.
 Blätter 14*, 15*.
 — Austrocknungserscheinungen 215.
 — Schädigungen durch tierische und pilzliche Schmarotzer 216.
 — vorzeitiges Abfallen 10, 21
 — Wassergehalt 7.
 — Welken 3.
 Blattfall, herbstlicher 27, 180.
 Blattfläche 16, 192.
 — im Lichte stehende 16.
 — Vergrößerung 16.
 Blattgrün 11, 14, 15, 21.
 Blattgrüngehalt 16.
 Blattgrünkörner 15.
 Blattknospen 22, 32, 73.
 Blattkrankheiten 192.
 Blattrand, Einrollungserscheinungen 215.
 Blattschuppen 45, 75.
 Blattspitzen, dürre 215.
 Blattspreite, Abschneiden von Teilen 63.
 Blattwerk, hellgrüne Farbe 215.
 — Zerstörung 63, 220.
 Blausäureverfahren 74.
 Bleiarseniat 103, 165.
 Blühbarkeit (Blühfähigkeit) maximale 207, 209, 210, 218.
 Blühdauer 77.
 Blühet 74.
 — Erschöpfung durch übermäßigen 206.
 Blühverhältnisse 75, 77.
 Blühwilligkeit 42, 60, 68.
 Blühdauer 75.
 Blüten, Abfallen 181, 206.
 — Ausbildung 40—43.
 — Auspflücken 196.
 — des Schauapparates be-
 raubte 113.
 — Einbinden einzelner 138.
 — eingedütete 113.
 — Entfaltung 73.
 — Entfernen 206.
 — entmannte 113, 146.
 — Erfrieren 206.
 — Schädigungen durch
 Hitzewirkungen 30.
 — selbstbestäubte 145.
 — staubblattlose 96.
 — Widerstandsfähigkeit
 gegen Spätfröste 33.
 — verspätete 44.
 — zentrale 183.
 Blütenanlage und Frucht-
 bildung 204, 207—210.

- Blütenbildung (Blütenanlage, Blütendifferenzierung, Blütenknospenbildung usw.) 40—47, 52—58, 64, 69, 72, 196, 204—208, 218—222.
- Beeinflussung durch den Baumschnitt 69.
- Beeinflussung durch die Düngung 58.
- Beeinflussung durch die Veredlungsunterlage 59, 208.
- Beeinflussung durch Ringelung und Strangulierung 63.
- die ersten Anfänge 40.
- Einfluß klimatischer Faktoren 40.
- „Fläche der“ 57, 205.
- Kurven 57.
- Optimum 207.
- Perioden 44.
- reichliche 217.
- Theorien 47.
- und Kohlehydratgehalt 205.
- und Stickstoffgehalt 205.
- und Wachstumsperiodizität 40, 66.
- Zeitpunkt 41.
- Blütenblätter, abfallende 206.
- Blütenfüllung 97.
- Blütenknospen 22, 32, 38, 50 bis 53, 59, 72, 74, 86, 209.
- austreibende 11.
- Entwicklung 45.
- reine 41, 44.
- Blütenpflanzen, heterostyle 76.
- Blütenmorphologie 75.
- Blütenstände, Formen 73, 75.
- Blütenstaub, 161, 173, (siehe auch unter Pollen).
- Blütenstetigkeit 162.
- Blütenstiel 45.
- Blütezeit 79, 180.
- Dauer 78.
- relative 77, 78.
- Verschiebung bei verschiedener geographischer Breite 74*.
- Blutlaus 241.
- Böden, alkalische 214.
- Nährstoffarmut 214.
- saure 214.
- Saugkraft 1.
- schwere, undurchlässige 2, 214.
- Bodenarten 208.
- Bodenazidität 39.
- Bodenbearbeitung 214.
- Bodenbeschaffenheit, ungeeignete physikalische 214.
- Bodendurchlüftung 2.
- Bodenfeuchtigkeit 1, 2.
- Bodenlockerung 15.
- Bohne 147.
- Bor 8.
- Buketstoffe 195.
- Bukettriebe 124.
- „Burrknots“ 40*, 242.
- Buschobst 175.
- Calcium 8.
- Verwendung 10.
- Calciumarseniat 165.
- Calciumoxalat 11.
- Cambium 5*, 6*, 12, 30, 31, 38, 68.
- Capronsäure 190.
- Caprylsäure 190.
- Carpo Xenie 167.
- Carpo Xenienbildung 140, 167, 168.
- Cerasifera*-Gruppe 245.
- Chalazahaustorium 95.
- Chilesalpeter 9, 52, 184, 215.
- Chimären 140, 226.
- praktischer Wert 226.
- Chimärenbildung 168*, 226.
- Chimärenfrucht 168*, 227.
- Chlorophyll 11, 16.
- Chlor 8.
- Chromosomen 86, 93, 166, 226, 231.
- ausgeschiedene 105, 106.
- dreiwertige 120, 121.
- einwertige 118, 120.
- mehrwertige 105.
- in der Spindel zurückgebliebene 120.
- Konstanz 233.
- Paarung 119, 237.
- überzählige 119, 121.
- Verteilung 120.
- vielwertige 105.
- zweiwertige 118.
- Chromosomenkombination 231*.
- Chromosomenmechanismus 232.
- und Vererbung 230.
- Chromosomenpaar 93.
- Chromosomensatz 109, 166, 167.
- Chromosomensätze, homologe 234.
- Chromosomenverhältnisse, abnorme 103, 130, 173.
- Chromosomenverteilung, abnorme 149.
- Chromosomenzahl 86, 88, 104 bis 108, 166, 178—179, 232.
- doppelte 179.
- Feststellung 103, 106.
- triploide 94.
- Cladoxenie 169.
- Clasterosporium* 63.
- Corymbus 75.
- Crataegomespili* 226.
- Crossing-over 234*.
- Cuticula der Blätter 6, 14*.
- Cydonia Veitschii* 242.
- Cyma 75.
- Cytisus Adami* 226.
- Deckfarbe, rötliche 202.
- Degeneration, Formen 229.
- Dermatogen 95.
- Dextrose 24, 62, 67, 98.
- Diakinesestadium 86, 87*, 89*, 93, 104—107, 119.
- Diastase 188.
- Dickenwachstum 33, 38, 207.
- Doldentraube 75.
- Domestica*-Gruppe 122, 246.
- Vererbungserscheinungen 245.
- Dominanzverhältnisse 233, 239.
- Drüsenformen, Vererbung 248.
- Duftstoffe 195, 241.
- Düngerbedarf, jährlicher 9, 215.
- Düngergabe (Düngermenge), Bestimmung 13, 58, 215.
- Düngung 4, 10, 50, 71, 212, 218.
- Zeitpunkt 58, 59.
- Düngungsversuche mit Topfobstbäumen 55.
- Dyaden 107.
- Edelreis, Wulstbildung 60.
- und Unterlage, mögliche Kombinationen 60.
- Edelreiser Auswahl 228, 229.
- Edelsorten, ungeeignete 216.
- Eiapparat 91*, 93.
- Eigenschaften, komplex bedingte 241.
- „wilde“ 240.
- Einschnitte 36.
- Eintrieber 60.
- Einzelchromosomen 122.
- Eisen 8, 9.
- Mangel 11.
- Verwendung 11.
- Eisenvitriol 12.
- Eiweiß 20, 49.
- der Blätter 27.
- Eiweißhaushalt 22.
- Eiweißstoffe 10, 14, 20, 21, 26, 55.
- Eizelle 128, 133, 165, 166, 178.
- befruchtete 93, 94*, 95, 128, 166.
- Ernährung der befruchteten 134.
- Eizellen, abnorm chromosomige 129.

- Eizellen, diploide 107, 179, 236.
 — sterile 127.
 — verminderte Befruchtungsfähigkeit 128.
 Eizellenbildung 127.
 — mangelhafte 128.
 Elemente, Aufnahme 9.
 — lebensnotwendige (lebenswichtige) 8.
 Embryo 94*, 95, 129, 133, 134, 165, 166, 178.
 Embryonen, abgestorbene (lebensunfähige) 128, 129, 182.
 — abnormchromosomige 129.
 — Chromosomensätze 132.
 Embryobildung 129.
 Embryosack 91*, 92*, 93, 165.
 Embryosackbildung 90, 91*.
 Embryosackmutterzelle 90, 91*.
 Endosperm 94*, 165, 166.
 — vorübergehendes 92, 94*, 95.
 Endospermkörper 95.
 Endzweige 62, 66, 67.
 Engerlinge 215.
 Entblätterung 50, 55, 62, 63.
 — Versuche 61.
 Entmannen 137.
 Entwässerung 2.
 Entwicklung, parthenogenetische 178.
 Erbfaktoren (Erbanlagen, Erbmerkmale), Austausch 234*.
 — Dominanzverhältnisse 240.
 — freie Kombination 233.
 — Koppelung 234.
 Erdbeeren 162.
 Erfrieren 30.
Eristalis 161.
 Ernährung, mangelhafte 181.
 Ernte, übermäßige (überreiche) 205, 208.
 Erntearbeiten 169.
 Erstlingsfrüchte 206.
 Essigsäure 190.
 Eßreife 201—203.
 Ester 191.
 Esterase 190.
 Etikettendrähne, eingewachsene 66.
 Faktorenaustausch 230, 234*
 Fallperioden 180, 181.
 Fäulnispilze 69.
 Feigen 173.
 Feldobstbau 61, 112, 218, 222.
 Feldobstbäume 60, 112, 138, 150, 175, 219.
 — Kronengestaltung 69.
 Fermente 93.
 Fette 14, 19, 21.
 Fliegen 161.
 Formen, tetraploide 236.
 Fortpflanzung 49.
 — geschlechtliche 47.
 Fraßgifte, arsenhaltige 63, 165.
 Fremdbefruchter 77, 163, 239.
 Fremdbefruchtung 134, 135, 144, 148, 149, 158.
 — Grenzen 139.
 Fremdbestäubung 135, 150, 156, 157.
 Frost 30, 185, 194, 208.
 Frostplatten 31, 216.
 Frostrisse 31, 216.
 Frostspanner 63, 165, 216.
 Frostspannerfraß 16.
 Frostwiderstandsfähigkeit 240.
 Frostwirkung 30.
 Frucht, Entwicklung 180, 195, 196, 200.
 — die reife 201.
 Früchte, abgestoßene junge 182, 217, 220.
 — Ausbildung 204.
 — Ausbildung der Qualität auf dem Lager 202.
 — Auspflücken 196.
 — Ausreifen 194.
 — chemische Zusammensetzung 195.
 — durchschnittliches Gewicht 198.
 — Einfluß auf die Blütenbildung 64.
 — Einfluß äußerer Faktoren auf die Ausbildung 191.
 — Einfluß der Ringelung und Entblätterung 191.
 — Entwicklung bis zur Baumreife 187.
 — Geschmack 187, 190.
 — Härte des Fruchtfleisches 203.
 — kernlose (samenlose) 133, 172—175.
 — kernreiche 175.
 — Schrumpfen 8.
 — stippige 194.
 — teilweise befruchtete 199, 200*.
 — Transpiration 8.
 — übermäßiges Abfallen 221.
 — Veränderungen des Kohlehydratgehaltes 187.
 — Veränderung des Säuregehaltes 187.
 — Versorgung mit Kohlehydraten 191, 195.
 — Versorgung mit Mineralstoffen 191.
 Früchte, Verhalten von Gerbstoffen und Pektinstoffen 187.
 — Vorzeitiges Abfallen 180.
 — Wachstumsperioden 187.
 Fruchtsatz 102, 111, 126, 181, 184—186, 197, 207 bis 210, 217.
 — als Folge ier Befruchtung 85.
 — geringer 103, 217, 220, 221.
 — ohne Befruchtung 172.
 — Optimum 207.
 — relativer 209.
 — übermäßiger 164, 208, 217.
 Fruchtbarkeit 10, 40, 61, 71, 207, 213, 218.
 — Erhöhung 222.
 Fruchtbehang 4.
 — überreicher 208.
 Fruchtbildung 73, 85, 134, 150, 169, 210.
 — Beeinflussung durch die Veredlungsunterlage 208.
 Fruchtblatt 45, 47, 77.
 Fruchtfarbe 168, 203, 243.
 — Vererbungsweise bei Pflaumen 246.
 — Vererbungsweise beim Apfel 241.
 Fruchtfleisch 166, 169, 199.
 — Ausbildung 206.
 — Beschaffenheit 241.
 — Druckfestigkeit als Merkmal des Reifegrades 203.
 — Festigkeit 202.
 — schmelzendes 242.
 Fruchtform, Vererbung 246.
 Fruchtgröße 192, 201, 241, 242.
 — Vererbung 246.
 Fruchtgürtel 68*, 212, 223, 224.
 Fruchthaut, Durchlässigkeit für Wasser 202.
 — fettig-ölige Beschaffenheit 241.
 — Verfärbung 202.
 Fruchtholz 27, 56, 60, 69, 70, 71, 73, 221, 223.
 — Garnierung mit 219.
 — im Innern der Krone 62.
 — Kohlehydratversorgung 222.
 — Kräftigung 59, 69.
 — kurzes 70.
 — leistungsfähiges 220.
 — wachstumsfähiges 206.
 Fruchtholzschnitt 69, 70.
 Fruchtholzsystem 70.
 Fruchtknoten 45.
 Fruchtlein, abgestoßene 181.
 Fruchtqualität, Vererbung 246.

- Fruchtreife 10, 195.
 — Verzögerung mit steigen-
 der Meereshöhe und geo-
 graphischer Breite 29.
 Fruchtruten 47.
 Fruchtspieße 42, 47, 50—55,
 62.
 — beschattete und unbe-
 schattete 63.
 — Chemismus 53.
 — entblätterte 62.
 — Individualität 62.
 — Kohlehydratgehalt 25*.
 — Kohlehydrat-Stickstoff-
 Verhältnis 52*.
 — Stärkegehalt 52*.
 — Zuckergehalt 24*.
 Fruchstiel, Haftfestigkeit
 202.
 „Fruchtungsvermögen, eige-
 nes“ 135.
 Fruchtzucker 24.
 Frühblüher 45, 78, 79, 103.
 — extreme 79.
 Frühjahrsschnitt 69.
 Frühkirschen 134.
 Frühlingsfröste 74.
 Frühpflirsiche 134, 248.
 Frühreife 225, 244.
 Frühtreibverfahren 73.
 Fruktose 24.
 Funiculus 90, 91*.
Fusicladium 63.
 Gartenobstbau 70, 222, 223.
 Gartenobstbäume 183, 214.
 — kräftig wachsende 223.
 Gefäße 4, 5*, 6*, 47.
 — Verstopfung nach Ringe-
 lung 22.
 Gefrierpunktniedrigung 7, 8.
 Gehilfinnenzellen 93.
 Gelatine 98.
 Gelbsucht 9, 12.
 Gerbstoff 1, 20, 189.
 Gerbstoffgehalt 191, 240, 241,
 242.
 Geruchstoffe 190.
 Gesamtzuckergehalt 26.
 Gesamtstickstoff 26.
 Geschlechtsapparat, Ausbil-
 dung des weiblichen 90,
 91*, 128.
 Geschlechtskerne 87, 107,
 128, 165.
 — männliche 92.
 — weibliche 92.
 Geschlechtsorgane, teilweise
 rückgebildete 96.
 — weibliche 97.
 Geschlechtszellen 47, 88, 89.
 — diploide männliche 107,
 121, 236.
 — diploide weibliche 236.
 Geschlechtszellen, männliche
 86, 127, 179, 232.
 — normale Ausbildung 86,
 231.
 — Sterilität der weiblichen
 127.
 — weibliche 92, 149, 232.
 Geschmack 191.
 — herber 189.
 — Vererbung 246.
 Geschmacksstoffe 190, 241.
 Gesetz des Minimums 34.
 Gesetzmäßigkeiten, Mendel-
 sche 235.
 Gespinstmotten 165, 216.
 Gewebe, parenchymatisches
 25.
 Gewebekomplexe, mutierte
 226.
 Gewebewucherung 60.
 Gewürzstoffe, Ausbildung
 242.
 Glaskirschen 121.
 „Gleichgewicht, physiolo-
 gisches“ 49, 73, 204, 205*,
 221.
 Glukose 24.
 Gras als Unterkultur 13.
 Gravensteiner, Nebenformen
 227.
 Griffel 45, 47, 77.
 — Leitgewebe 93.
 — relative Länge 76.
 Griffelgewebe 113, 127.
 — sorteneigenes 76.
 Grundfarbe, grüne 202.
 Grundstoffe, chemische 8.
 Grundwasser 2.
 Grundwasserstand 2, 4.
 — schwankender 214.
 Grünschnitt 37, 69, 70, 71.
 Gruppensterilität 147.
 Gruppenstoffe 146.
 Güllenwirtschaft 215, 217.
 Haftfestigkeit der Früchte
 am Baum 203.
 Hagelschlag 63, 185, 216.
 „Halbbaumdüngung“ 9.
 Hallimasch 215.
 Halsbildung, Vererbung 246.
 Hauptnerv, Durchschneiden
 des 63
 „Hemizellulose“ 19, 25, 26,
 37.
 Hemmungsstoffe 147.
 Herbstfärbung, vorzeitige 66.
 Herzkirschen 243.
 Heterostylie 77.
 Heterozygotie, durch stetige
 Fremdbefruchtung be-
 dingte 239.
 Hitzewirkung 30.
 Holz, äußeres 27.
 — ausgereiftes 31.
 Holzfasern 5*, 6*, 19.
 Holzparenchym 25.
 Holzreife 195.
 Holzapfel 88.
 Holzstoff 14.
 Holztriebe 47.
 Honigbiene 16, 162 (siehe
 auch unter Biene).
 — Bedeutung als Pollen-
 überträgerin 161, 162.
 Hummeln 161, 162, 171.
 Jahrestemperatur, mittlere
 29.
 Individualstoffe 146.
 Insekten, auf Obstblüten be-
 obachtete (blüten-
 besuchende) 161.
 — wild lebende 162.
 Integument, äußeres 90, 91*.
 — inneres 90, 91*.
 Intersterilität 134—160, 169.
 — als Spezialfall der Selbst-
 sterilität 141.
 — Ursachen 141.
 Intersterilitätsgruppen 154,
 159.
 Invertase 188.
 Invertin 93.
 Invertzucker 188.
 Inzuchtdegeneration (In-
 zuchtwirkung) 147, 149,
 235, 239, 240, 243.
 Johannistrieb 31, 37, 38, 66,
 67, 207.
 — Periode 43.
 „June drop“ 180.
 „Junifall“ 175, 180—188, 194,
 196, 200, 207.
 — und Versorgung mit mine-
 ralischen Stoffen 184.
 — und Versorgung mit orga-
 nischen Stoffen 186.
 — und Wasserversorgung 183
 — und Zweigstärke 182.
 Jungfernfrüchte 44, 96, 129,
 135, 148, 173, 175, 177*.
 Jungfernfrüchtigkeit (siehe
 Parthenokarpie).
 Käfer 161, 162.
 Kaki 173.
 Kalidüngung 194.
 Kaligehalt 51, 58.
 Kalimangel 7, 10, 215.
 Kalisalz 215.
 Kalivorrat 186.
 Kalium 8, 12, 51, 59, 194,
 206.
 — Verwendung 10.
 Kaliumsalz 9.
 Kalk 11.
 Kalk, günstige Beeinflussung
 der Bodenbeschaffenheit
 11.

- Kalkmangel 11.
 Kälte, Einbrüche 32.
 — Einfluß 28.
 Kältegrade, extreme 30.
 Kältewelle 32.
 Kammer, feuchte 98, 100.
 Kapillarwirkung 3.
 Katalase 93.
 Keimblätter 95.
 Keimfähigkeit 98.
 — des Pollens 97.
 Keimling 128.
 Keimlinge, frühzeitiges Absterben 177.
 Keimungsmedium, natürliches 98.
 Kelchblätter 45.
 Kern, generativer 87,* 93.
 — vegetativer 87*, 93.
 Kerne, Bräunung 202.
 — triploide 94, 95.
 Kerngehalt, durchschnittlicher, als Maß der Fremdbefruchtung 171.
 Kerngerüst 87.
 Kernholz 5.
 Kernkörperchen 86.
 „Kernlos“ 175.
 Kernloser, Spencers 137.
 Kernzahl 182, 198, 201.
 — durchschnittliche 113.
 — Einfluß auf die Größe und Qualität der Früchte 197.
 — Einfluß auf den Zucker- und Säuregehalt 197.
 — und Fruchtgröße 197, 198, 199*, 200.
 — und Marktfähigkeit 199*.
 — und Reifezeit 201.
 Kirschen, Befruchtungsverhältnisse 153—156 (siehe auch unter Süßkirschen)
 — Knospenmutationen 228.
 Kirschbaum verjüngter 79, 219*, 220.
 Kirschsornten, Vererbung der Schrotschußempfindlichkeit 243, 244*.
 — Züchtung 243.
 Kirschlorbeer 90.
 Kirschpflaumen 245.
 Kirschpflaumengruppe 122.
 Kleinfrüchtigkeit, Vererbung 240.
 Knorpelkirschen 243.
 Knospen, gemischte 41.
 — unter der Schnittstelle gelegene 36.
 — vom Frost geschädigte 32.
 Knospenmutation und Degeneration 225.
 Knospenmutationen 136, 152, 226, 236.
 — beim Apfelbaum 227.
 — beim Birnbaum 227, 228*.
- Knospenmutationen,
 — beim Kirschbaum 228.
 — beim Pfirsichbaum 228.
 — beim Pflaumenbaum 228.
 — Bedeutung 225, 228.
 — Entstehung 226.
 — Selektion 225.
 Knospenschuppen 45.
 Kohlehydrat-Kali-Verhältnis 58.
 Kohlehydrat-Nährsalz-Theorie 49.
 Kohlehydrat-Phosphor-Verhältnis 58.
 Kohlehydrat-Stickstoff-Theorie 50, 54, 55.
 Kohlehydrat-Stickstoff-Verhältnis 50, 52*, 54 bis 63, 67, 186, 187.
 Kohlehydrate 10, 16—21, 25, 48—51, 60, 188, 192, 206, 207.
 — Abtransport 21.
 — hydrolysierbare 19, 62, 63, 66*, 67, 187.
 — Stauung 59, 60.
 — Stauung durch Ringelung 186.
 — Überfüllung 66.
 Kohlehydratgehalt, Veränderung in reifenden Früchten 188.
 Kohlehydrathaushalt 22, 26.
 Kohlehydrathunger (-mangel) 22, 194.
 Kohlehydratversorgung 22, 206, 217.
 Kohlensäure 14, 19.
 — Gehalt der Lult 15.
 Kohlensäuredüngung 15.
 Kohlensäurehaushalt 15.
 Kohlensäureproduktion 15.
 Kohlenstoff 8, 14, 20.
 — Assimilation 14.
 — Aufnahme durch die Blätter 14.
 Kombinationen, neue 233.
 Kombinationszüchtung 235.
 Konstitution, genetische 235.
 Konzentrationen, optimale für Pollenkeimung 101.
 Koppelung 230, 234, 247.
 — Auflösung 234.
 Koppelungsgruppen 234.
 Korinthen 173.
 Kork 5*, 6*.
 Korkcambium 5*, 6*.
 Korrelationskoeffizient 53, 54, 197.
 Krankheitsbekämpfung 216, 218.
 Krankheitserreger, Rassen 229.
 Krebs 225, 241.
 Krebsgeschwülste 216.
- Krebssschäden (Krebswunden) 66, 216.
 Kreuzsterilität (siehe unter Intersterilität)
 „Kreuztransport“ 9, 12.
 Kreuzungen, „künstliche“ 144, 145.
 Kreuzungen reziproke 134, 151.
 — technische Handgriffe 240.
 Kronblätter, 45, 96, 97, 161
 Krone, Aufbau einer leistungsfähigen 213, 219.
 — dicke 222.
 — lockere (lichte) 62.
 — Rückschnitt 4.
 Kronenbau, Bedeutung eines richtigen 14.
 Kronenbehandlung 18.
 Kronendichte, Optimum 192.
 Kronengerüst 17*, 71, 205.
 Kronengestaltung 69.
 Kronenpflege (-behandlung) 204, 217.
 Kronentraufe 4.
 Kühlung 203.
 Kulturäpfel 140.
 Kulturbirnen 140.
 Kulturmerkmale 240.
 Kultursorten, triploide 108.
 Kulturwert 240.
 Kupferspritzmittel 103.
 Kurzgrifflichkeit 73.
- Lage, anatropische 90.
 Lagerkrankheiten 203.
 Lagerreife 201.
 Lagerung 190.
 — kalte 189.
 Langgrifflichkeit 73.
 Langtriebe 27, 47, 124.
 Längenwachstum 38*, 43, 62, 207, 208.
 — Wurzelspitze 39.
 Laubfall 25.
 Leimringe 63.
 Leitbast 5*, 6*.
 Leitelemente 21.
 Leitgewebe 93, 123.
 Lichtgenuß 14, 16.
 Lichttraub 18.
 Lichtzufuhr 15.
 Linalylester 190.
 Lipide 19.
 Loganbeere, Abstammung und Cytologie 238, 245.
 Luftfeuchtigkeit 4, 7.
- Magnesium 8, 9, 21.
 — Mangel 11.
 — Verwendung 11.
 Mais 165.
 „*Malus apetal*a“ 97*.
 Malzzucker (Maltose) 24.

- Mandel, Selbst- und Intersterilität 160.
 — Vererbung von Süß- und Bitterkernigkeit 247, 249.
 — Züchtung 247.
 Manitou 97.
 Mariana 247.
 Mark 5*, 6*, 25, 27, 31, 193.
 — gebräutes (erfrorenes) 31.
 Markstärke 22.
 Markstrahl 5*, 6*.
 Markstrahlzellen 21, 25, 47.
 Maserbildungen 40*.
 Mauerbienen 162.
 Mäuse 215.
 Mehligerwerden 189.
 Meltau 248.
 MENDELSche Regeln 230, 233.
 — — Abweichung von denselben 235.
 Merkmale, dominante 232.
 — großelterliche 233.
 — rezessive 232, 240.
 Merkmalpaar 232.
 Metaphase 86, 87*, 89*, 104*, 106.
 Metaphasenplatte 105.
 Metzger, gelber 209.
 Mikropyle 93, 95, 142.
 Mineralstoffe 7, 9, 12, 49, 60, 61, 213, 217, 222.
 — Aufnahme und Verbrauch 8.
 — Ausscheidung von überschüssigen 8, 9.
 — Haushalt 13.
 — Menge der aufgenommenen 12.
 — Transport 8.
 — Verbrauch 13.
 — Zufuhr 205.
 Mischkörnigkeit 106.
 Mispel 153.
 Mostäpfel, Zuckergehalt 195.
 Mostbirngebiete 176.
 Mumien 193.
 Muskatbukett 196.
 Mutationen, somatische 159, 168.
 — somatische, mit verdoppelter Chromosomenzahl 238.
 Mutterzellen der Pollenkörner 86.
 Myrobolanen 122.
 Myrobolanenformen, selektionierte 210.
 Nachruhe 37, 73.
 Nachzüglerblüten 44.
 Nährgewebe 95, 165.
 Nährsalze 49.
 Nährsalzzufuhr 49.
 Nährstoffe, Bestimmung der im Minimum vorhandenen 215.
 — mineralische 9.
 Nährstoffarmut 217.
 Nährstoffbedarf 215.
 — Berechnung 13.
 Nährstoffgehalt des Bodens 58.
 Narbe 45, 47, 92, 97, 100, 113, 124, 135, 139, 144, 161, 162, 163, 173.
 Narbe, Alter und Pollenkeimung 142, 164.
 — Einfluß auf die Pollenkeimung 144.
 — Empfänglichkeit 76.
 — Vernichten der Empfänglichkeit 174.
 — sorteneigene 100, 143.
 — sortenfremde 142.
 Narbenflüssigkeit 92, 98.
 Narbenpapillen, Regeneration 174.
 Narbensekret, Eintrocknen 30, 145.
 Nässe, stagnierende 2.
 Natrium 8.
 Natriumchlorat 216.
 Natriumsalze 9.
 Natronsalpeter 14.
 Nebenformen, geringwertige (sterile) 230.
 Nektar 161.
 Nektarinen 228.
 Nektarinentypus 248.
 Nektarinenzüchtung 247.
 Neuzüchtungen, Wuchsformen 239.
 Nikotinseife 103.
 Nitratstickstoff 63.
 Nordlagen 74.
 Nosperit 103.
 Nosprasen 103.
 Nucellarembryonie 178*.
 Nucellus 90, 91*, 95.
 Nucellusgewebe 95.
 Obstanlage, richtig zusammengestellte 170.
 Obstarten, Intersterilität 148.
 — Selbststerilität 148.
 Obstbau, Eignung einer Gegend 194.
 Obstlagen 194.
 Obstmade 165.
 Obstpflanzung, Anlage einer zweckmäßigen 169.
 — Sanierung einer unzureichend zweckmäßigen 169, 172.
 Obstsaamen, Keimfähigkeit und Aufbewahrung 238.
 „Obstwäldlein“ 221.
 Ooapogamie 178*.
 Orangen 173.
 Organe, wasseraufnehmende 1.
 Oxalatnest 11.
 Oxalsäure 11.
 Palisadenzellen 14*, 21.
 Paradiesapfel 34, 88, 209.
 Paradiesunterlage 60.
 Parasiten, tierische 165.
 Parenchymzellen 21, 47.
 Parthenogenese 178.
 Parthenokarpie 77, 112, 113, 128, 135—137, 146, 152, 163, 172—176, 177*, 182.
 — Abhängigkeit von Außeninflüssen 172.
 — Bedeutung 172, 175.
 — Grad 174, 175, 176.
 — induzierte 172.
 — Nachweis 172, 174.
 — Verbreitung bei Kernobstarten 172.
 — Verbreitung bei Kulturpflanzen 172.
 — Verbreitung bei Steinobstarten 177.
 Pektinase 93.
 Pektinstoffe 31, 189.
 Pentosane 31.
 Pergamindüten 136, 173.
 Periklinalchimäre 226.
 Pfirsich, Artbastarde 247, 248.
 — Intersterilität 160.
 — Mutationen 228.
 — Selbstfertilität 160.
 — Vererbungsweise wichtiger Eigenschaften 247.
 Pfirsichmandelbastard 247, 248.
 Pfirsichsorten, Pollenkeimung 123, 124*.
 — Reduktionsteilung 122.
 — Züchtung 247.
 Pfirsichtypus 248.
 Pflanzung, enge 48, 221.
 Pflanzungen, sortenreine 172, 176, 217.
 Pflaumen, amerikanische 122.
 — Befruchtungsversuche 159.
 — europäische 122.
 — japanische 122, 158.
 — Intersterilität 157, 158*, 160.
 — Knospenmutationen 228.
 — polyploide 238.
 — Selbststerilität 157, 158*.
 Pflaumenblüten, rein weibliche 96.
 Pflaumengruppen, achtchromosomige 247.
 — Bastardierungen zwischen verschiedenen 246.
 — Zusammenstellung 245.

- Pflaumensippe 141.
Pflaumensorten, Züchtung 245.
Pflaumenunterlagen 210.
Pflückreife 202, 203.
Pflückzeit 190, 202.
„Pfropfbastarde“ 140, 226.
Pfropfchimären 225, 226.
Phase, weibliche 75.
Phellogen 5*, 6*.
Phenolsäuren 20.
Phloridzin 20.
Phlorogluzin 20.
Phosphor 8, 12, 20, 27, 51, 96, 186.
— Verwendung 10.
Phosphorgehalt 27, 51, 58.
Phosphorsäure 12, 21, 59, 186, 206, 215.
— ungenügende Versorgung 217, 221.
Phosphorsäuredüngung 194.
Phosphorvorrat 186.
Photosynthese 14.
Pilze, parasitische 63, 213, 216, 220, 229.
Pineapple pear 243.
Pinzement 18, 70, 223.
Plumula 95.
Polkern 9*.
Pollen 97, 103, 106, 166, 170.
— als Höschen gesammelter 162.
— Ausbildung 85.
— Befruchtungsfähigkeit 113, 126, 200.
— Bestäubung mit sorteneigenem 156, 160.
— blüteneigener 76, 134.
— Degenerationserscheinungen 127.
— degenerierter (geringwertiger, steriler) 171.
— Einfluß auf die Samen-größe 166*.
— geeigneter 177.
— junger 106*.
— Keimkraft 124.
— Lebensdauer 97, 103.
— mangelhaft ernährter 123.
— Schädigung durch Spritzflüssigkeiten 97.
— sorteneigener 76, 135, 137, 145, 162, 173.
— sortenfremder 134, 179.
— Transport 99.
— Überproduktion 113, 118.
— Übertragung 30, 161 bis 164, 169.
— Untersuchung in künstlichen Medien 97.
— Vererbung der mangelhaften Ausbildung beim Pfirsich 248.
Pollen vermindert keimfähiger 126.
— von triploiden Apfel- und Birnsorten 103.
— Widerstandsfähigkeit gegenüber hohen und tiefen Temperaturen 97, 102.
Pollenbäume 170.
Pollenbild 108—110.
Pollenbildner, gute 113—114.
— mittelgute 114.
— schlechte 114.
— Verzeichnis guter und schlechter 115.
Pollenbildung, Abnormitäten 108, 120*.
— Beeinflussung durch die Temperatur 103, 118.
— der Steinobstarten 89*.
— mangelhafte 170.
— normale 87*.
Pollendegeneration 114.
Pollenkeimfähigkeit 98, 99, 109, 114, 118, 124—127, 146.
— Bestimmung 99*.
— durchschnittliche 125.
Pollenkeimung 92, 97, 100, 102, 103, 110*, 123, 124*, 142.
— Beeinflussung durch sorteneigene und sortenfremde Narben 141, 143.
— in künstlichen Medien 97.
— optimale Konzentrationen 101.
— optimale Temperatur 102.
— Wirkung von Spritzmitteln 103.
Pollenkeimungsversuche 144.
Pollenkörner 86, 87*, 92, 105, 118, 164.
— degenerierte (sterile, taube, verküppelte) 117, 123, 125, 127.
Pollenlieferant 129.
Pollenmutterzellen 86, 87*, 90, 118.
Pollenschläuche 76, 93, 100, 123, 127, 142, 145, 146, 165, 172.
— sortenfremde 145.
— Tropismus 144.
— Verhalten im sorteneigenen und sortenfremden Griffelgewebe 141, 145, 146, 147.
— Wachstum 92, 142, 145, 146.
Pollenspender 114, 164, 170, 217.
Pollensterilität 97, 121, 122, 123, 126, 151, 152, 160, 169.
— cytologisch bedingte 103, 113, 119, 128, 151, 152.
Pollensterilität der Steinobstarten 123.
— ernährungsphysiologisch bedingte 123, 127.
— faktoriell bedingte 123.
Pollentracht 164.
Pollenüberträger 161, 162.
Pollenübertragung, künstliche 163.
„Polyembryonie, unechte“ 95.
Polyploidie 123, 245, 246.
— Bedeutung 230.
Polyporus 216.
Polysaccharide 51.
— hydrolisierbare 63.
Pomazeengerbstoff 20.
Porlinge 216.
Prophasenstadium 86.
Proteinstickstoff 26.
Protogynie 76.
Protoplasma 20.
Prunus persicoides 140.
Prunus Simonii 245.
Pseudofertilität 141, 147, 150, 153.
„Putzen des Baumes“ 180.
Pyrocyclonia Danieli 226.
Pyronia 140, 242.
Pyrus apetala 96.
Pyrus Pollveriana 140.
Quitten, Vererbungsverhältnisse 243.
Quittenpflanzungen, Fehlschlagen der Ernte 153.
Quittenpollen 101.
Quittensorten, Intersterilität und Selbststerilität 153.
— Züchtung 242.
Quittenunterlage 60.
Quittenunterlagen, Einfluß auf das Wachstum der Edelsorten 211*.
— vegetative Vermehrung 243.
Radit 103.
„Reaktion, autokatalytische“ 38.
Reduktase 93.
Reduktionsteilung 86, 87*, 90, 104*, 105—107, 118, 119, 149, 231—234.
— abnorme (anormale) 104*, 120*, 121.
— normale 87*, 89*.
Regenmenge, jährliche 2.
Regenkurve 39.
Reife, physiologische 202.
Reifen, Vorgang 187, 203.
Reifegrad 201, 203.
Reifezeit 189, 192, 201, 241.
— und geographische Breite 29.
— Verzögerung 29.

- Reineclaude, gefülltblühende 97.
 Reiz, blütenbildender 54.
 Reizstoffe, durch die Narbe ausgeschiedene 100.
 Reservekohlehydrate 25.
 Reservestärke 193.
 Reservestoffe 19, 71, 123
 (siehe auch unter Assimilate).
 — Aufspeicherung und Verwendung 19.
 — Speicherung in Zwergobstbäumen 3.
 Reservestoffbehälter 47.
 Riesenkörner 107.
 Rinde 25, 31, 63.
 — äußere 27.
 Rindenparenchym 5*, 6*, 19.
 Rindenwulst 68*.
 Ringelspieß 47.
 Ringelung (Ringeln, Ringelschnitt) 4, 21, 34, 36, 42, 48, 50, 55, 59, 63—68, 71, 183, 186, 187, 192, 193, 223, 224.
 — als praktische Maßnahme 63.
 — Einfluß auf den Chemiesmus 63.
 — Einfluß auf die Entwicklung der Frucht 193.
 — Einfluß auf den Laubfall 66.
 — hinter Blütenknospen 23*.
 — rechtzeitige 67.
 — Wirkung auf die Ausbildung von Früchten 64.
 — Zeitpunkt 64.
 — zur Erzielung besonders schöner Früchte 223.
 Ringelungsversuche 48, 192.
 Rohrzucker 24, 37, 63, 188, 189.
 Rohrzuckergehalt 24.
 Rohrzuckerkonzentration 100.
 Rohrzuckerlösung 98.
 Rotstreifung, Vererbung 241.
 Rückkreuzungen 240.
 Rückschläge, diploide 236.
 Rückschnitt 60, 183, 186, 216.
 Ruhe, obligate 28.
 Ruheperiode 74.
 — obligatorische 73.
 Ruhezeit (Ruhezustand), sommerliche 44.
 — winterliche 28, 37.
 Saccharose 24, 98.
 Salpetersäure 20.
 Samen, abnorme (taube, hohle, sterile, degenerierte) 128, 129, 131*, 133, 144, 152, 173, 182, 197, 200.
 — Ausbildungsdauer 142.
 Samen, Bildung nach Selbstbestäubung 147, 150.
 — Ernährungsverhältnisse 134.
 — Keimfähigkeit 129, 132.
 — Keimfähigkeit der aus Selbstbefruchtung erhaltenen 149.
 — Verfärbung 202.
 Samenanlagen 77, 128, 145, 147, 164, 173, 176, 179, 182.
 — Zahl bei den verschiedenen Obstarten 73.
 — unbefruchtete 129, 173.
 Samenbildung 92, 94*, 130, 134, 150, 166, 206.
 — apogame 179.
 — bei Apfelsorten 130*.
 — bei Birnsorten 131*.
 — ohne Befruchtung 178.
 — zytologisch bedingte Abnormitäten 130.
 Samenbräunung 202.
 Samenfächer 90, 93.
 Samenfarbe 165.
 Samengehalt 112, 128, 129, 137, 146—149.
 — durchschnittlicher 111.
 Samengröße, Beeinflussung durch Kreuzung 165.
 Samenhaut 94*, 166, 173.
 Samenkeimung, Anhängigkeit vom Chromosomensatz 131.
 Samenknospe 90, 91*, 93, 94.
 Samenkonstanz 160, 179, 238, 239, 243, 248.
 — mangelnde bei Apfelsorten 179.
 Samenreife 95.
 Samenschale 94*.
 Samenxenien 165, 168.
 Samenzahl, Einfluß auf die Fruchtgröße 197, 201.
 Sämlinge, Lebenskraft 132.
 — Schwachwüchsigkeit 132.
 — späte Tragbarkeit 238.
 — triploide 236.
 — Veredeln auf ältere Bäume 239.
 Sämlingspflanzen 239.
 Sämlingszüchtung, systematische 230.
 Sandkulturen 10.
 Sanierung von unweckmäßigen Anlagen 172.
 Sauerkirschen, Entstehung 121.
 — Intersterilität 156.
 — normal chromosomige 243.
 — Pollenbildung 119, 120*.
 — Selbststerilität 156.
 — und Süßkirschen, gegenseitige Befruchtbarkeit 140.
 Sauerkirschengruppe, Vererbungsercheinungen 244.
 Sauerstoff 8, 20.
 Sauerstoffverdrängung 2.
 Saugkraft 4, 7, 183.
 — der Blätter 4.
 — der Wurzelspitze 1.
 Saugwurzeln, Menge 1.
 Säuren, Abbau 189.
 — organische 20, 37.
 Säuregehalt 191, 194, 201, 240, 241.
 — Abnahme in reifenden Früchten 189.
 Schädlinge, tierische 63, 169, 213, 216, 217, 220.
 Schädlingsbekämpfung 165, 216, 218.
 — Bedeutung 61.
 Schädigungen durch Kälte 30.
 Schalenfarbe 242.
 Schattenmorelle, sterile Nebenformen 230.
 Schauapparate 96, 161.
 Schaufrüchte 225.
 „Scheiden“ 180.
 Scheinparthenokarpie 130, 173.
 Scheinquitten 89, 153.
 Schlamffliegen 161.
 Schläuche, schmale, samenartige 129.
 Schlehen 90, 245.
 Schließzellen der Spaltöffnungen 14*, 15*.
 Schnitt 50, 192.
 — Einfluß auf die Ausbildung der Früchte 160.
 — Einfluß auf die Lebensüberdauer des Baumes 69.
 — kurzer oder langer 212.
 Schnittwunde 69, 70.
 Schnurbaum 60.
 Schorf 241.
 Schorfpilz 16, 63, 216.
 Schrotschußkrankheit 16, 216, 241.
 — Vererbung der Empfänglichkeit 243, 244*.
 Schrotschußpilz 63.
 Schröpfen 36.
 Schwachwüchsigkeit 208, 213, 217, 239, 240.
 — Ursachen 216.
 Schwammparenchym 14*, 21.
 Schwarze Tartarische, unfruchtbare Spielart 230.
 Schwefelkalkbrühe 63, 103.
 Schwefel 8, 20, 21, 103.
 — Verwendung 10.
 Sektorialchimäre 226, 227.
 Selbstbefruchter 144, 239.
 — Fruchtsatz 162, 163.

- Selbstbefruchtung 134, 135, 136, 147, 154, 158, 160, 163, 174.
— Nachweis 137.
— Samengehalt als Maß 148.
Selbstbestäubung 133, 135, 145, 150, 152, 156, 174.
Selbstfertilität 134—136, 151, 153.
— Grad 151.
— vollkommene 147, 160.
„Selbstfruchtbarkeit“ 135.
Selbststerilität 100, 113, 134, 139, 142, 145—147, 148*, 156, 159, 160, 169, 238, 239, 243.
— unvollkommene 141.
— Ursachen 141.
„Selbstungen, künstliche“ 144, 145.
Sommerschnitt 69—71, 196.
Solbar 103.
Sonnenbrand 30.
— Schädigungen 29.
Sonnenlicht, Ausnützung 16.
Sonnenscheindauer 195.
Sorten, Abkömmlinge von triploiden 103.
— abnormchromosomige 131
— apogame 137.
— degenerierte 123, 216, 224, 225.
— diploide 105, 106, 111, 113, 129, 240.
— gleichzeitig blühende 170.
— großfrüchtige 170.
— intersterile 141, 152, 217.
— Neubildung durch Knospenmutationen 228.
— parthenokarpe 162.
— schlechtpollige 129.
— spätblühende 242.
— triploide 104—110, 113, 123, 127—133, 149, 151, 182, 235.
— Züchtung frühreifer 248.
— Züchtung mit abnorm chromosomigen 230.
Sortendegeneration 225, 228, 229.
Sortengemisch 169.
Sortengeschmack 206.
Sortenmischung 171.
Sortenwahl 196.
Sortenverschlechterung 229.
Sortenzahl, Einschränkung 169.
Sortenzüchtung auf Grund von triploiden Sorten 236.
— Bedeutung 224.
— systematische 231.
— Technik 238.
— Wege 225.
Spaltöffnungen 6, 14*, 15*, 28.
Spätblüher 45, 79, 103.
— ausgesprochene 79.
Spätfröste 29—32, 75, 216, 242.
Späteife 225.
Speicherfähigkeit 27.
Spiralgefäß 6*.
Spitzendürre 216, 225.
Splint 5.
Splitapfel 34, 61, 88, 209.
Sport 225—228.
Stamm, gehemmttes Dickenwachstum 37.
Stammschlinge 223.
Standortsunterschiede 153.
Stärke 14, 19, 21, 25, 36, 51—54, 66, 69, 188.
Stärke-Stickstoff-Verhältnis 51.
Stärke, Verteilung 24.
Stärkebäume 26.
Stärkegehalt 51, 54, 62, 67, 70, 188.
— in Fruchtspießen 52*.
— Schwankung 25.
„Stärkepflanzen“ 20.
Stärkeprobe 21.
Stärkespeicherung 25, 51, 66, 71.
— Orte 25.
Staubbeutel 77, 86, 163.
Staubfäden 76.
Staubgefäße 45, 76, 96, 118, 142.
— relative Länge 76.
— unvollkommene 96.
Stecklinge 242.
— bewurzelte 40.
Steine, Löslichkeit 243.
Steinigwerden 196.
Steinschale 166.
Sterilität, ernährungsphysiologisch bedingte 129.
— faktoriell bedingte 127, 128, 133, 134.
— morphologisch bedingte 96, 127.
— zytologisch bedingte 128, 133.
Stickstoff 8, 12, 20, 49, 51, 54, 55, 67, 73, 96, 194.
— Assimilation 14, 20.
— löslicher 63.
— Verwendung 10.
— unlöslicher 63.
— Verhinderung der Zufuhr 222.
— Wirkung auf den Fruchtansatz 184.
Stickstoffarmut 184.
Stickstoffbedarf zur Zeit des Fruchtansatzes 184, 185
Stickstoffdüngung 59, 184, 185, 206.
— frühjährliche 185.
Stickstoffgabe 217.
Stickstoffgehalt 27, 37, 51, 54, 62, 63, 67, 70.
Stickstoffhunger 221.
Stickstoffmangel 10, 185, 207, 215, 217, 221.
Stickstoffminimum, für die Blütenbildung 57.
Stickstoffoptimum, für die Blütenbildung 56, 204.
— für den Fruchtansatz 184.
Stickstoffreserven 22.
— organische 194.
Stickstoffüberdüngung 185.
Stickstoffversorgung 22, 60, 188, 206.
— Blütenanlage und vegetatives Wachstum 204, 205*.
— geringe 221.
Stickstoffzufuhr 183, 207.
Stippflecken (Stippigkeit) 185, 207.
Stoffe, blütenbildende 48.
— wachstumshemmende 37.
Strangulierung 22, 34, 68*, 71, 223.
Straßenpflanzungen 169, 170.
— Befruchtung und Fruchtansatz 171*.
Strauchweichsel 121.
Stratifizieren 238.
Substanzen, organische 4, 15, 48.
— Transport 19.
Südhänge 74.
Sultaninen 73.
Superphosphat 212, 215, 217.
Suspensor 95.
Süßkernigkeit 249.
Süßkirschen, abnorm-chromosomige 118.
— Befruchtungsversuche 154, 156.
— Intersterilität 153.
— normal chromosomige 243.
— Selbststerilität 153, 156.
— Sortenfrage 153.
— und Sauerkirschen, gegenseitige Befruchtbarkeit 140.
— verwilderte 230.
Süßkirschenformen, durch Wurzelausläufer vermehrbare 244.
Süßkirschenorten, englische 121.
Süßweichseln 237.
Synergiden 91*
„Taubheit, physiologische der Blüten“ 32.
Teiwerden 190.
— Theorie des 190.

- Temperatur, Einfluß auf die Frucht reife 29.
 — Einfluß auf das Wachstum 28.
 — kritische 30.
 — optimale für Pollenkeimung 102.
 — Schädigungen durch hohe und tiefe 28.
 Temperatursumme und Aufblühzeit 28.
 Tetrade 87*, 104*, 107.
 Tetradenbildung 96.
 Tetradenzellen 90.
 — überzählige 106, 108.
 Thomasschlacke 215, 217.
 Tiefgründigkeit 214.
 Tierfraß 216.
 Tomaten 147.
 Topfobstbäume 10, 11, 73, 138, 150.
 — Vortreiben 175.
 Totalaschengehalt 27.
 Tragbarkeit, abwechselnde 208, 214, 217, 219, 221.
 — alljährliche 70, 207, 208, 213, 218, 221.
 — frühe 238.
 — geringe (mangelhafte, ungenügende) 213, 221.
 Tragen, abwechselndes 185.
 Tragjahre 71—73.
 Transpiration 4—7, 138, 183.
 — Menge des abgegebenen Wassers 6.
 Trauben 173.
 Traubenkirschen 90.
 Traubenzucker 24.
 Trieb, dritter 38.
 Triebspitze 25.
 Triebspitzenwachstum 9.
 Triebwachstum 38, 43, 73, 206.
 — allzu langes 69.
Triflora-Gruppe 245.
 Triploidie 123, 128, 236, 240.
 — Entstehung 103.
 Trockenperioden 183.
 Trugdolde 75.
 Tüpfelgefäß 6*.
 „Überbauen“ der Kronen 18*.
 Überreife 188.
 Umpfropfen 172, 217, 218.
 Ungleichgriffligkeit 76*.
 Unterkultur 215.
 Unterlagen, Auswirkung auf den Fruchtsatz 209.
 — Einfluß auf das Edelreis 210*, 211*, 212.
 — schwachwüchsige (schwache) 34, 59, 209, 210, 214, 218, 239.
 Kobel, Obstbau.
 Unterlagen, starkwüchsige 43, 208, 210, 216.
 — und Edelreis, mögliche Kombinationen 59.
 — vegetativ vermehrte 208, 222.
 — Wuchskraft 196, 216.
 Unterlagenfrage 40, 210, 241, 242.
 Unterlagentypen 43.
 Unterlagenzüchtung 242 bis 244, 247.
 Untersuchungen, chemische 52, 53, 61.
 — cytologische 110.
 Unverträglichkeit von Unterlage und Edelreis 208, 211*, 214, 239.
 Valeriansäure 190.
 Vaterpflanze, Einfluß auf die Früchte 166.
 Vegetationspunkt 45.
 Verbindungen, organische 14.
 Veredlungen, ungeeignete 211, 214.
 Veredlungsaffinität 247.
 Veredlungsstelle 60, 196.
 Veredlungsunterlage 78.
 Veredlungsunterlagen, Auswahl 195.
 — Einfluß auf das Edelreis 35*.
 — Einfluß auf Wachstum und Blütenbildung 210*.
 — einheitliche 40.
 — passende 210.
 — Züchtung 240.
 „Vererber, gute und schlechte“ 240, 241.
 Vererbungserscheinungen 86.
 Vererbungsgesetze 232.
 — Mendelsche 233.
 Verfärbung der Blätter, vorzeitige 21.
 Verjüngung 69, 73, 205—208, 213, 217, 218.
 Verletzungen, mechanische 216.
 Vermehrungsmaterial, Auswahl 230.
 Verpflanzen, mehrfaches 48.
 Verschiedengriffligkeit 76*, 77.
 Verwandtschaft, benötigter Grad 139.
 — geringe 141.
 Verzweigung als Folge des Schnittes 36.
 Vierkernstadium 87*, 104*, 106.
 Viruskrankheiten 229.
 Vollblüte 98, 147.
 Vollreife 188, 190.
 Vollruhe 30.
 Vorblütenbespritzung 165.
 Vorkeim- und Embryobildung 92, 94*, 95.
 Vorratsdüngung 59.
 Vorsommerblühen 44.
 Vorsommerdüngung 194.
 Wachstum, Abhängigkeit von der Kohlehydrat- und Stickstoffzufuhr 33, 206.
 — von der Temperatur 33.
 — Beeinflussung durch die Veredlungsunterlage 33, 208.
 — durch die Wasserzufuhr 33.
 — der Wurzel 39.
 — „Fläche des vegetativen“ 206.
 — geringes, Ursachen 214.
 — Hemmungen 10, 34, 216.
 — und Baumschnitt 33.
 — und Blütenanlage 204.
 — und Fruchtbildung 48, 206.
 — vegetatives 10, 33, 49, 70, 184, 204, 206, 212, 215, 221.
 Wachstumsfaktoren 33, 34.
 Wachstumsintensität 208.
 Wachstumskurve 39, 43.
 Wachstumsoptimum 33.
 Wachstumsperiode 7, 20, 33, 44.
 — frühjährliche (erste) 25, 38, 44, 207.
 — sommerliche (zweite) 38, 43.
 — dritte 38.
 Wachstumsperiodizität 43.
 Wachstumsreaktion 36, 37.
 Wachstumsreiz 36—39.
 Wachstumstockung 37.
 Wände, verholzte 47.
 Wanzenstiche 199.
 Wärme, Einfluß 28.
 Warmwasserbad 73.
 Wasser, Aufnahme aus dem Boden 1.
 — Menge des im Boden enthaltenen 1, 2.
 — Verdunstung 4.
 — Verteilung außerhalb der Gefäße 4.
 — Verwendung in der Pflanze 1.
 Wasserfassungsvermögen 1, 3.
 Wassergehalt 30, 62, 63, 67 bis 70.
 — des Bodens 2, 3.
 Wasserhaushalt 2, 3, 16.
 — ungünstiger 214.
 Wasserknappheit 2, 16.
 Wasserkulturen 2.

- Wasserleitung 4.
 Wasserleitungsbahnen 4, 5, 9.
 — Ausbildung 38.
 Wassermangel 3, 183, 215.
 Wasserschosse 219.
 Wasserstoff 8, 20.
 Wassertransport 4, 5, 68.
 Wasserüberschuß 1, 2.
 Wasserverdunstung 28.
 Wasserversorgung 1, 4, 8, 191.
 Wasserzufuhr, Unterbindung 68, 183.
 Weichsel 90.
 Weichwerden 189.
 Welkungskoeffizient 3.
 Wert, osmotischer 7.
 Wespen 161.
 Wiesenschaukraut 146.
 Wildäpfel 93.
 Wildbienen 161, 171.
 Wildformen 88, 119.
 — Merkmale 233.
 — tetraploide 108.
 Wildlinge 175.
 — aus den Wäldern 230.
 Wildlingsunterlage 196, 222.
 Windbestäubung 137, 161.
 Winterfrost 31.
 Winterhärte 31, 245.
 — der einzelnen Obstarten 32.
 Winterruhe 28, 30, 45, 73, 74.
 Beeinflussung der Aufblühfolge 73.
 Winterschaden 241.
 Winterschnitt 18, 69, 71, 183, 207, 218.
 Wucherungen des Rinden- und Bastgewebes 70.
 Wuchs, Bedingung durch die Veredlungsunterlage 210.
 — zu üppiger (übermäßiger, zu starker) 214, 222.
 Wuchskraft, Verminderung durch Inzucht 240.
 Wunden, Austrocknung 69.
 Wundgewebe 36, 64, 223.
 Wundinfektion 69.
 Wundreiz 36, 37.
 Wundverschluß 69.
 Wurzeln 2, 4.
 — Ernährung 4.
 — Längen- und Dickenwachstum 33.
 Wurzeln, Neubildung 40.
 — Schädigung durch Unkrautvertilgungsmittel 216.
 — Vordringen nach der Tiefe 14.
 — Wachstum während des Winters 3.
 — Zerstörung durch tierische Schädlinge oder parasitische Pilze 215.
 — Zuckergehalt 24*.
 Wurzelabschneiden (Wurzelabstechen) 34, 222.
 Wurzelaufläufer 242.
 Würzelchen, vorgebildete 40.
 Wurzelndruck 5.
 Wurzelhaare 3, 4.
 Wurzelhaube 95.
 Wurzelschnitt 48.
 Wurzelschnittlinge, Vermehrung durch 40.
 Wurzelspitze 4, 39.
 Wurzelsystem 4.
 Wurzelverzweigungen 3.
 Wurzelwachstum 39.
 — von Apfel- und Zwetschgenbäumen 39.
 Wurzelzone 215.
 Xenien 167, 227.
 Xenienbildung 165, 166*.
 Xenienfrage 165.
 Zeitpunkt für die Ringelung 64.
 Zellen, mutierte 226.
 — vegetative 88.
 Zellgröße 166.
 Zellkern 20.
 — abnorme 127.
 Zellulose 14.
 Zellwände, Verdickung 19, 25.
 Zentralvakuole 32.
 Zierapfel, rotlaubiger 88.
 Zierformen, rein weibliche 96.
 Zierkirschen, japanische 90, 121.
 Zinkblechstreifen 68*.
 Zufallssämlinge, Auswertung 230.
 — in Baumschulen 230.
 Züchtung, Technik 238.
 Zuchtpflanzen, Auswahl 239.
 Zucker 4, 19, 21, 51, 206.
 — Aufbau 16.
 — reduzierender 24, 51, 53, 63, 67.
 Zuckerarten 1, 14, 20, 37, 51.
 — reduzierende und nicht reduzierende 24.
 „Zuckerbäume“ 26.
 Zuckergehalt 51, 53, 62, 66*, 70, 186—191, 194, 196, 201, 241.
 — Veränderungen im Verlauf eines Jahres 24*.
 Zuckerkonzentration 52, 53.
 — des Zellsaftes als blütenbildender Reiz 48.
 Zucker-Säure-Verhältnis 190.
 Zuckertransport 22.
 Zusammenpflanzung der Sorten 169.
 Zusammensetzung, chemische 63, 67.
 — — der Fruchtspieße 51.
 Zweige, im Herbst blühende 38.
 — im Innern dichter Baumkronen 62.
 — wachsende 192.
 Zweigformen, verschiedene 27, 47.
 Zweikernstadium 86, 87*, 104*, 105, 106, 119.
 Zwergmandel 97, 140, 248.
 Zwergobstbau 70.
 Zwergobstbäume 218, 219.
 — Baumschnitt und Blütenbildung 69.
 — Formierung von 36.
 Zwergunterlage 48, 60, 195.
 — Vorteile 196.
 Zwetschgen, Intersterilität und Selbststerilität 157.
 Zwetschgensorten, Züchtung 245.
 Zygoten 93, 128.
 Zygotensterilität 128, 151.
 — faktoriell bedingte 136, 182.
 — zytologisch bedingte 130.
 Zymase 93.