

FORTSCHRITTE DER BOTANIK

UNTER ZUSAMMENARBEIT MIT
MEHREREN FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ VON WETTSTEIN

BERLIN-DAHLEM

SECHSTER BAND

BERICHT ÜBER DAS JAHR 1936

MIT 42 ABBILDUNGEN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1937

ISBN-13: 978-3-642-90572-8 e-ISBN-13: 978-3-642-92429-3
DOI: 10.1007/978-3-642-92429-3

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.
COPYRIGHT 1937 BY JULIUS SPRINGER IN BERLIN.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1937

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Morphologie	I
1. Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Zelle. Von Privatdozent Dr. LOTHAR GEITLER, Wien III, Botanisches Institut, Rennweg 14	I
2. Morphologie, einschließlich Anatomie. Von Professor Dr. WILHELM TROLL, Halle a. S., Botanisches Institut, Am Kirchtor 1. (Mit 9 Abbildungen)	17
3. Entwicklungsgeschichte und Fortpflanzung ¹ .	
B. Systemlehre und Stammesgeschichte	31
4. Systematik. Von Professor Dr. JOHANNESMATTFELD, Berlin-Dahlem, Botanisches Institut, Königin-Luise-Str. 6/8	31
5. Paläobotanik. Von Professor Dr. MAX HIRMER, München 38, Botanische Staatsanstalten, Menzingerstr. 13. (Mit 9 Abbildungen)	71
6. Systematische und genetische Pflanzengeographie ² .	
C. Physiologie des Stoffwechsels	104
7. Physikalisch-chemische Grundlagen der biologischen Vorgänge. Von Privatdozent Dr. ERWIN BÜNNING, Königsberg i. Pr., Botanisches Institut, Besselstr. 6-7. (Mit 2 Abbildungen)	104
8. Zellphysiologie und Protoplasmatik. Von Privatdozent Dr. SIEGFRIED STRUGGER, Jena, Botanisches Institut. (Mit 6 Abbildungen)	125
9. Wasserumsatz und Stoffbewegungen. Von Professor Dr. BRUNO HUBER, Tharandt i. Sa., Forsthochschule	151
10. Mineralstoffwechsel. Von Dr. habil. KARL PIRSCHLE, Berlin-Dahlem, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie	167
11. Stoffwechsel organischer Verbindungen. Von Professor Dr. KURT MOTHES, Königsberg i. Pr., Brahmstr. 46. (Mit 8 Abbildungen)	197
12. Mikrobiologie des Bodens. Von Professor Dr. AUGUST RIPPEL, Göttingen, Institut für landwirtschaftliche Bakteriologie, Gosslerstraße 16	233
13. Ökologische Pflanzengeographie. Von Professor Dr. HEINRICH WALTER, Stuttgart, Botanisches Institut der Technischen Hochschule. (Mit 2 Abbildungen)	244

¹ Der Beitrag folgt in Bd. VII.

² Der Beitrag folgt in Bd. VII, da der Referent, Professor Dr. EDGAR IRMSCHER, Hamburg, Institut für allgemeine Botanik, Jungiusstr. 6, verhindert war.

	Seite
D. Physiologie der Organbildung	262
14. Wachstum und Bewegung. Von Professor Dr. HERMANN VON GUTTENBERG, Rostock i. M., Botanisches Institut	262
15. Vererbung. Von Professor Dr. FRIEDRICH OEHLKERS, Freiburg i. Br., Botanisches Institut, Schänzleweg 9/11	288
16. Entwicklungsphysiologie. Von Dr. habil. LUDWIG-ARNOLD SCHLÖSSER, Potsdam, Vogelsang 6. (Mit 6 Abbildungen)	307
E. Anhang	340
17. Ökologie. Von Professor Dr. THEODOR SCHMUCKER, Göttingen, Botanisches Institut, Untere Karspüle 2	340
Sachverzeichnis	350

A. Morphologie.

I. Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Zelle.

Von LOTHAR GEITLER, Wien.

Polarität der Protistenzelle. LEIB zeigte, daß *Cladophora*-Zellen, auch wenn sie isoliert sind, ihre Polarität *beibehalten*. HÄMMERLING führte die Analyse des polaren Verhaltens von *Acetabularia* weiter, indem er die Wirkung von formbildenden Stoffen im einzelnen verfolgte (vgl. Fortschr. Bot. 4, 294—313). Für die Karposporen von *Batrachospermum* ließ sich eine wahrscheinlich autonome, in einer inäqualen Teilung bei der Keimung sich ausdrückende Polarität nachweisen (GEITLER [2]). — Die mannigfachen **Ausbildungsformen der Protistenzelle** (monadoid, amöboid usw., vgl. Fortschr. Bot. 1, 1) erläutert PASCHER für die Heterokonten, die analogen Verhältnisse für die Blaualgen GEITLER (4).

Über den eigenartigen **Membranbau**, der koloniebildenden Grünalge *Botryococcus* macht KATHLEEN B. BLACKBURN nähere Angaben: der Protoplast ist von einer einheitlichen Zellulosehaut umgeben, auf die nach außen zu eine zweiteilige Membranhülle folgt; diese besteht am äußeren Zellpol aus einer Pektinkappe, an der Basis aus einem fingerhutartigen Stück, welches aus einer kutikulaartigen Substanz aufgebaut ist. Durch die „Kutikula“ hindurch wird in großen Mengen fettes Öl ausgeschieden, das die Basalteile der Zellen als becherförmige Masse umgibt und den Zusammenhalt der Zellen bewirkt. (Dieses Öl wird bei anderen Grünalgen *in* der Zelle gestapelt!) Die kompliziert geschichtete Membran der Oogonien der Fucaee *Marginariella* und das Verhalten der Schichten beim Austreten der Eizellen schildern MARION DELF u. HYDE (vgl. dazu Fortschr. Bot. 5, 3 über *Fucus*). Der Membranbau und die Entwicklungsgeschichte der *Closterien* mit mehreren Gürtelbändern erfuhr durch LEFÈVRE eine wesentliche Klärung: die Tatsache, daß niemals Zellen mit mehr als einer bestimmten — niedrigen — Zahl von Gürteln vorkommen, was unter der bisherigen Annahme, daß bei jeder Zellteilung bzw. Zellverlängerung die Bildung neuer Membranstücke erfolgt, rätselhaft blieb, wird daraus verständlich, daß weder die Zellteilung und Membranstückbildung untereinander noch beide mit der Zellverlängerung fix gekoppelt sind; vielmehr hängen diese Vorgänge sehr von Außenbedingungen ab. Außerdem tritt unter Umständen eine *Häutung* ein, wobei die Tochterzellen *keines* der alten Membranstücke

mitbekommen. — Bei der Bildung der Membran der Kopulationspapillen von *Spirogyra* tritt die gleiche in lebhafter Bewegung befindliche Körnchenansammlung im Plasma auf, die bei der vegetativen Scheidewandbildung vorhanden ist (CONARD). — Die Membranscheide einer aerophytischen Blaualge bildet an *trockenen* Standorten eine rauhe Oberfläche aus und wird unbenetzbar (GEITLER [5]).

Protistenkerne. SUEMATSU bestätigt meine Angaben über Chromozentrenkerne bei *Spirogyra* an anderem Material (Fortschr. Bot. 4, 5). Für die Flagellaten *Pseudotriconympha* und *Oxymonas* gibt CLEVELAND eine eingehende Schilderung der Mitose mit besonderer Berücksichtigung des achromatischen Apparats (Zentralspindel!). Bei einigen Cladophoraceen konnte die Morphologie der Chromosomen weitgehend analysiert werden: es sind bestimmte Spindelansatzstellen und nukleolenbildende Chromosomen vorhanden, die Zahl der Nukleolen ist daher konstant; in manchen Stadien läßt sich schraubiger Chromonemabau nachweisen (GEITLER [1]). Die Kerne einiger Diatomeen besitzen vital den gleichen regelmäßigen „Chromonemabau“ (keine „Körnchen“, „Waben“ oder „Netzknoten“) wie die sog. chromatinreichen Kerne höherer Pflanzen; größere Chromatinbrocken sind wohl Chromozentren (GEITLER [7]).

Chromidialapparat der Bakterien. BERTHE DELAPORTE fand bei Sarcinen und Coccen einen den Cyanophyceen ähnlichen Chromidialapparat; YUASA beschreibt diffuse Chromatinsubstanz für *Rhodospirillum* (die früher von SWELLENGREBEL als Kern angesehene spiralige Struktur ist plasmatischer Natur); zum gleichen Ergebnis gelangt MILOVIDOV (1) für Myxobakterien, Knöllchenbakterien u. a.

Plastiden. Die fast in Vergessenheit geratene und von einigen Verfassern auf Grund falscher Beobachtungen auch gelegentliche Voneinander von SCHIMPER und MEYER wurde nunmehr unabhängig voneinander durch JENNY DOUTRELIGNE, WIELER und HEITZ für die Kormophyten bestätigt: die Chloroplasten sind also nicht homogen, sondern bestehen *vital* aus einem Stroma, in welchem gefärbte „Grana“ eingebettet sind. HEITZ hat nicht nur in überzeugender Weise das Vorhandensein der Grana sichergestellt, sondern weiter gezeigt, daß die Grana nicht, wie sonst angenommen, kugelig sind, sondern kleine *Scheiben* darstellen, die parallel zur Oberfläche der Plastide ausgerichtet sind; die Größe der Granascheiben beträgt oft 0,5—0,8 μ , die kleinsten sind 0,34 μ , die größten über 2 μ groß. In manchen Fällen ließ sich feststellen, daß das Stroma *farblos* ist; der Schluß dies zu verallgemeinern ist, obwohl nicht unwahrscheinlich, nicht zwingend (GEITLER [8]). Auch für *Algenchromatophoren*, die bisher immer als homogen bezeichnet bzw. deren gelegentliche Feinstrukturen als pathologisch angesehen wurden, ließ sich der Granabau nachweisen (GEITLER [8]); bei *Nitella*, *Chara* und *Closterium* bestehen die Plastiden ebenfalls aus einem Stroma und gefärbten

Scheiben, die in gleicher Weise wie bei den Metaphyten ausgerichtet liegen und die gleiche Größenordnung besitzen; für die auch mit bester Optik *homogen* aussehenden Algenplastiden ist es wahrscheinlich, daß ihre Grana *submikroskopisch klein* sind (bei manchen Blütenpflanzen und bei *Closterium* stehen sie bereits an der Grenze der Sichtbarkeit).

Über die äußere Morphologie der Algenchromatophoren und anderer zytoplasmatischer Strukturen stellte CHATEFAUD sehr genaue vergleichende Untersuchungen an. Ein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang der Plastiden mit dem Chondriom wird entschieden abgelehnt. Eine bestimmte innere Architektonik der Zellen, die sich in der Anordnung von Kern, Plastiden, Chondriosomen und Vakuolen ergibt, wird für viele Fälle näher geschildert (auf interessante Einzelheiten, wie Bau und Entwicklung der Stigmen, der Pyrenoide u. a. kann hier nicht eingegangen werden). Bemerkenswert sind die Hinweise, wie sich aus der Anordnung mikroskopisch sichtbarer Einschlüsse im Plasma Schlüsse auf dessen submikroskopisches Gefüge ziehen lassen. In dieser Hinsicht ist vielleicht auch die Anordnung der Chondriosomen im Plasma von *Pinnularia* (GEITLER [7]) und der Pyrenoide in den Plastiden zweier Diatomeen (GEITLER [6]) verwertbar (über das Vorkommen von Kettenmolekülen im Plasma vgl. FREY-WYSSLING [2] und S. 5).

Plasmodesmen. Nachdem in letzter Zeit das Vorhandensein von Plasmodesmen bei höheren und niederen Pflanzen in Abrede gestellt bzw. behauptet wurde, daß die Kanäle in den Querwänden nicht von lebendem Plasma erfüllt wären, behauptet LIVINGSTON das Vorhandensein von Plasmodesmen im „klassischen“ Sinn für *Nicotiana*. Für die Oszillatorien bestreitet MÜHL DORF das Vorhandensein von Plasmodesmen, meint aber, daß die Querwände nicht ganz unbelebt wären, sondern daß sie mit dem „Ektoplasma“ fest verwachsen und mit der Pellikula mancher Flagellaten vergleichbar wären. Mit Hinblick auf das Auftreten von besonders differenzierten tüpfelartigen Bildungen nach Art der Rotalgen bei anderen hormogonalen Cyanophyceen läßt sich die Sachlage vielleicht allgemein folgendermaßen klären. Wenn auch keine mikroskopisch sichtbaren, die Querwände bzw. ihre verdünnten Stellen durchsetzenden Plasmafäden vorhanden sind, so ist doch die Membran hier „lebender“ als an anderen Stellen oder, anders ausgedrückt, bleibt hier jugendlich; bei künstlicher Kontraktion haftet das Plasma *hier* an der Wand (über die Lebendigkeit der jungen Membran vgl. SÖDING und den nächsten Abschnitt¹).

Die Erforschung des **Feinbaus der pflanzlichen Zellwände**, vor allem der Zellulosemembran, hat in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte gemacht. Die von NÄGELI begründete Mizellartheorie wurde

¹ Die neueste, groß angelegte Untersuchung MÜHL DORFS (Beih. Bot. Zbl. 1937), welche die Plasmodesmen im gesamten Pflanzenreich behandelt, konnte hier nicht mehr berücksichtigt werden.

mit Hilfe der Röntgendiagramme und der Polarisationsoptik zu einem wohlbegründeten Gebäude ausgebaut: es läßt sich nunmehr von den Atomen angefangen über die Moleküle und Mizelle bis zur mikroskopischen Struktur ein lückenloses und bestimmtes Bild des Aufbaus entwerfen. Das Eindringen in dieses Gebiet, das vielfach tiefere chemisch-physikalische Kenntnisse voraussetzt, ist auch für den Fernstehenden durch zwei sehr klare Zusammenfassungen erleichtert (FREY-WYSSLING [1, 2]; die erste Darstellung ist in einigen nicht unwichtigen Belangen durch die zweite bereits überholt). Von den Größen der wichtigsten Bauelemente der Zellulosewand der Baumwolle gibt die folgende Tabelle eine Vorstellung (nach FREY-WYSSLING [2]):

Größenordnung in der Längsrichtung	Bauelement	Breite	Länge
amikroskopisch (1—100 Å ¹)	C-Atom	1,55 Å	1,55 Å
	Glukoserest	7,5 Å	5,2 Å
	Zellobioserest	7,5 Å	10,3 Å
submikroskopisch (100—1000 Å)	Hauptvalenzkette	7,5 Å	unbestimmt ≥ 1000 Å
	Micell	50 Å	500—750 Å
mikroskopisch (0,3—100 μ)	Fibrille	0,4 μ	unbestimmt
	Lamelle	0,4 μ	unbestimmt
makroskopisch (> 0,1 mm)	Schichte	0 01 mm	50 mm
	Faser	0,01 mm	50 mm

Das wichtigste Bauelement sind die *Zellulosehauptvalenzketten* (Makromoleküle), die zu den Mizellen zusammentreten. Die *Mizelle* sind nicht, wie bisher angenommen wurde, individualisierte Kristalle, sondern mittels der übergreifenden Zelluloseketten zu einem Mischkörper mit intermizellären Räumen verwachsen. Im intermizellären Raum spielen sich mannigfache Einlagerungen ab (Wasser, Pektin, Lignin u. a.). Das Mizellargerüst selbst ist nicht völlig starr: wo Überkreuzungen der Zellulosestäbchen vorhanden sind, sind sog. Haftpunkte entwickelt, die bei *Dehnung* in einer Richtung wie Scharniere wirken können, bei dem *Intussuszeptionswachstum* in meristematischen Wänden aber *gelöst* werden, so daß die Mizellarreihen übereinandergleiten können, wobei die Maschen weiter werden und neue Mizelle eingelagert werden (BONNER). Wichtig ist die Feststellung FREY-WYSSLINGS (1): „Es besteht kein Zweifel, daß Stoffe, denen Leben zugesprochen werden muß, in den weiten Maschen des meristematischen Zellulosegerüsts vorhanden sind und alle Wachstumsreaktionen sinngemäß regulieren“; ähnlich äußert sich SÖDING². — Im einzelnen ergeben sich bemerkenswerte Ausblicke auf

¹ 1 Å = 1/10 000 μ.

² Da die primäre Zellwand ± lebend erscheint, ist ein Vergleich ihres Baues mit dem des Plasmas naheliegend: manche Anzeichen sprechen dafür, daß es, trotz strukturlosem Aussehen, ebenfalls von „leblosen“ Kettenmolekülen (Polypeptiden) durchzogen ist; diese sind allerdings — im Gegensatz zu den Zelluloseketten der Membran — meist nicht parallel zu Mizellen angeordnet.

eine submikroskopische funktionelle Anatomie; so sind die Mizelle allgemein funktionsgemäß entsprechend den Zug- und Druckkräften angeordnet (in bezug auf den Protoplasten radiale Lagerung der Mizelle kommt übrigens nicht vor: die Hauptvalenzketten werden nur parallel zur Oberfläche des Protoplasten ausgeschieden); verholzte Membranen erscheinen nach dem Prinzip armierten Betons gebaut: die Zellulosestäbchen sind wie die Eisenarmatur zugfest, das in den Intermizellarräumen eingelagerte Lignin wie Beton druckfest. „Aus diesen Verhältnissen heraus erklärt sich die von SCHELLENBERG gemachte Feststellung, daß sich trotz der Verholzung Dehnbarkeit und Zugfestigkeit von Librifasern bei der Verholzung nicht verändern. So hat die Natur in der Holzfaser durch Kombination von zwei mechanisch ausgezeichneten Baustoffen ein submikroskopisches Wunderwerk von technischer Vollkommenheit geschaffen“ (FREY-WYSSLING [1]).

Die *mikroskopisch sichtbaren* Strukturen der Membranen der Metaphyten wurden eingehend von KERR u. BAILEY und BAILEY u. KERR behandelt. Aus der Untersuchung der Zellwandentwicklung der Kambialzellen ergibt sich folgendes Bild der Membranschichtung: Gewebezellen sind mindestens durch drei Schichten gegeneinander abgegrenzt, deren innerste die „echte“ Mittellamelle ist (vielfach wurden bisher alle drei Schichten als Mittellamelle bezeichnet, da die beiderseits anschließenden Schichten oft sehr dünn sind); diese drei Schichten gehen auf die meristematische Zellwand zurück und sind daher als „primäre Zellwand“ zu bezeichnen; in verdickten Wänden folgen dann die als „sekundäre Wand“ zu bezeichnenden Schichten. Die Schichten können sich weiter aus *Lamellen* zusammensetzen, die an der Grenze der Sichtbarkeit stehen (vgl. die Tabelle); so besteht die sekundäre Wand des Baumwollhaares aus einer einzigen Schicht, die sich jedoch durch Mazeration in ungefähr 25 Lamellen von $0,4 \mu$ Dicke zerlegen läßt. Die Lamellierung kommt durch periodische Dichteänderung des Mizellargefüges zustande und ist daher mikrochemisch und polarisationsoptisch nicht nachweisbar. Zu diesen Strukturen kommen schließlich in Zellen von Faser oder Schraubensbau (deren Mizelle weitgehend parallel ausgerichtet sind) die sog. *Fibrillen*, die sich parallel zur Längsachse der Mizelle ausbilden; sie stellen wahrscheinlich keine besonderen Bausteine der Membran dar, sondern sind einfach „mikroskopische Spaltstücke von submikroskopischen Strukturen mit maximaler Parallelrichtung der Zelluloseteilchen“ (FREY-WYSSLING [1]).

Kern- und Chromosomenbau. KATHLEEN BLACKBURN (1) fand bei den Lemnaceen außerordentlich *kleine* Chromosomen; die kleinsten von *Lemna polyrrhiza* maßen $0,1 \times 0,18 \mu$; verglichen mit den größten Angiospermenchromosomen ($2 \times 25 \mu$) ergibt sich ein Verhältnis der Volumina

von 1:66000¹! — FERNANDES findet, zum Teil in Bestätigung früherer Befunde von McCLINTOCK und HEITZ, daß bei *Narcissus* die nukleolen„bildenden“ Abschnitte der SAT-Chromosomen nicht immer fadenförmig ausgezogen sind und am Ende einen Trabanten tragen, sondern daß auch das unveränderte Chromosomenende einen Nukleolus bilden kann; nicht alle akinetischen Einschnürungen der Chromosomen sind ferner nukleolenbildende Teile (bisher nur für *Drosophila* festgestellt); es gibt hetero- und euchromatische Trabanten; innerhalb der gleichen Art und selbst derselben Pflanze kommen Schwankungen in der Nukleolenbildung vor. — STOW fand bei *Paris* Sippen, die sich in der Zahl der Trabanten unterscheiden; gleichsinnig damit ist die Blattgestalt verschieden!

Über den *Bau der Chromozentrenkerne*, der im wesentlichen von HEITZ und DOUTRELIGNE geklärt worden war, machte IRENE MANTON an Wurzelspitzen von intraspezifischen polyploiden Cruciferen folgende Beobachtungen: die Chromosomen sind relativ klein, in der Telophase sammelt sich um die Chromosomen Kernsaft an und in ihm bewegen sich die Chromosomen an die Kernperipherie, während die Nukleolarsubstanz zu einem Nukleolus zusammenfließt. Beim Typus der chromatinreichen Kerne dagegen (der mißverständlich „retikulat“ genannt wird), wo die Chromatinmasse im Vergleich zum Kernvolumen viel größer ist, fehlen die telophasischen Chromosomenbewegungen; der Ruhekern besteht fast nur aus (veränderten) Chromosomen, der Kernsaft tritt zurück (daß er fehlt, wie MANTON meint, wird man nicht behaupten können). Zu ähnlichen Ansichten gelangen YAMAHA u. SUEMATSU für die Chromozentrenkerne der Cucurbitaceen; Reste der Nukleolarsubstanz bleiben bis zur Anaphase erhalten (nach ZEEUW soll sich die Nukleolarsubstanz an die Anaphasechromosomen heften und dadurch in die Telophasekerne gelangen); Kernsaft und Nukleolen geben während der Kernruhe schwache positive Nuklealreaktion; die Angaben über die verschiedene Färbbarkeit von Nukleolarsubstanz und Chromatin im Vergleich zu den chromatinreichen Kernen erklären sich wohl daraus, daß bei den Chromozentrenkernen das Chromatin eben als stärker färbbares Heterochromatin ausgebildet ist. Chromatinarme und -reiche Kerne untersuchte SCHAEDE mit Hilfe der Nuklealreaktion: wie zu erwarten, geben die heterochromatischen Chromosomenabschnitte stark positive, die euchromatischen schwache oder negative Reaktion; es gibt verschiedene Typen des Erhaltungszustands der Chromosomen im Ruhekern: SCHAEDE unterscheidet zwischen nuklealem, oligonuklealem und anuklealem Karyotin (= Chromatin); die Spindelansatzstelle ist immer anukleal, die Chromozentren sind immer nukleal; in den meristema-

¹ Nebenbei sei auf die Diskussion über die Größe im durchfallenden Licht noch sichtbarer Teilchen hingewiesen: die untere Grenze der optischen Auflösbarkeit liegt nicht, wie meist angenommen wird, bei 0,25 μ , sondern bei 0,07 μ .

tischen Zellen von *Fontinalis* ist die Nuklealreaktion schwächer als in alten Zellen: der Grad der Heterochromasie unterliegt also physiologisch bedingten Schwankungen. Ähnlich fand TINNEY, daß der eine Arm des X-Chromosoms von *Sphaerocarpus* nur in kurzdauernden Interphasen heterochromatisch ist, nicht aber in Ruhekernen ausdifferenzierter Zellen; während der Prophase ist das ganze X-Chromosom heterochromatisch. MILOVIDOV (2) zeigte mittels der Nuklealreaktion, daß die in gereizten Kernen (Mykorrhiza-, Gallenzellen) auftretenden sog. sekundären Chromozentren durch Vermehrung der Thymonukleinsäure zustande kommen (die Frage, woher sie überhaupt stammen, d. h. welcher Struktur der *ungereizten* Kerne sie entsprechen, wird nicht berührt).

Für das Vorhandensein einer bestimmten inneren Längsdifferenzierung der Chromosomen sprechen die Untersuchungen von LEWITSKY u. SZOWA, welche fanden, daß die bei *Crepis capillaris* durch Röntgenbestrahlung hervorruftbaren Fragmentationen nicht an beliebigen Stellen der Chromosomen auftreten, sondern daß an bestimmten Stellen maximale Bruchbildung erfolgt, was in inneren Baueigentümlichkeiten seine Ursache haben muß (das gleiche ist schon von *Triticum* und *Drosophila* bekannt).

Die wohl allgemeine Erscheinung, daß sich verschieden große Elternchromosomen im Bastard in der Größe angleichen, beobachteten LEVAN für *Allium cepa* × *fistulosum* und PIERCE für einen *Viola*-Bastard. Das scheinbar gegenteilige Verhalten von *Aesculus carnea* (= *A. hippocastanum* × *pavia*), in der nach SKOVSTED die verschiedenen Chromosomengrößen der Eltern *erhalten* bleiben sollten, wurde von MARGARET UPCOTT (1) dahin aufgeklärt, daß die verschiedenen Größen, die im Bastard vorhanden sind, innerhalb *eines* Elternsatzes auftreten; außerdem kann verschiedene Größe ein und desselben Chromosomenpaares durch eine verschiedene Zahl von Chiasmata vorgetäuscht werden. — Genetisch bedingte Größenveränderung der Chromosomen beobachtete THOMAS bei *Lolium perenne*.

Klare Fälle von *Translokationen* beschreibt YAMAMOTO für *Rumex* und führt die Artbildung auf sie zurück; den gleichen Schluß macht SWESCHNIKOWA für *Vicia* wahrscheinlich, und NAWASCHIN u. HELEN GERASSIMOWA nehmen das gleiche für *Crepis* an; aus dem Studium der Translokationen, Fragmentationen usw. ergibt sich weiter die fast selbstverständliche, aber bisher zu wenig beachtete Einsicht, daß aus dem Aussehen der Chromosomen verschiedener Arten nicht einfach auf ihre Homologie geschlossen werden kann (sehr ähnliche Chromosomen müssen nicht homolog sein).

Auf dem Gebiet der Erforschung des *Schraubenbaus der Chromosomen* geht der Streit weiter, wieviel Chromonemata je Chromatide vorhanden sind. DARLINGTON (1) und MARGARET UPCOTT (2) finden nur ein ein-

ziges Chromonema¹. MARSHAK behauptet das Vorhandensein von vier Chromonemata verschiedener Größenordnung; GOODSPEED, UBER u. AVERY geben vier gleichwertige Chromonemata an. Ebenfalls vier Chromonemata (in der Metaphase 8) geben NEBEL u. RUTTLE auf Grund morphologischer Beobachtungen und NEBEL auf Grund von Befunden an röntgenbestrahlten Blütenknospen von *Tradescantia* an: es zeigte sich, daß bei Bestrahlung vor der Synapsis in der zweiten meiotischen Teilung und in der Pollenkornmitose chromosomale Veränderungen auftreten, die sich dadurch erklären lassen, daß die präsynaptischen Chromosomen (die Leptonemafäden) vier Chromonemata besaßen, von welchen 1 oder 3 herausgerissen wurden (jedes der vier Chromonemata wird zu einer Chromatide der Pollenkornmitose). Die gegenteiligen Befunde RILEYS, der aus seinen Bestrahlungsversuchen an *Tradescantia* schließt, daß die Chromosomen nur ein Chromonema besitzen, lassen sich mit NEBEL wahrscheinlich dadurch erklären, daß die angewendete Bestrahlungsdosis zu schwach war. — DARLINGTON (2) und SAX machen auf die bekannten gegenseitigen Umeinanderschlingungen der Chromatiden in der Mitose aufmerksam: die Windungsrichtung ist wohl meist wechselnd; in einem bestimmten zweiarmigen Chromosom von *Fritillaria* ist der eine Arm links-, der andere rechtsgewunden. — Die rein zufällige Windungsrichtung der meiotischen Chromonemata weist MATSUURA (2) für *Trillium* nach.

Über die Anordnung der Chromosomen während der Mitose und Meiose liegen mehrere Untersuchungen vor, die die schwere Analysierbarkeit der für die Chromosomenbewegungen maßgebenden Faktoren von neuem zeigen. NAWASCHIN stellt für eines der günstigsten Objekte, die Wurzelspitzen von *Crepis capillaris* ($2n = 6$) statistisch fest, daß zufällige Lagerung der Homologen herrscht; allerdings ist der Wert für „keine Paarbildung“ etwas geringer als es der rechnerischen Erwartung entspräche. In Abkömmlingen einer Zelle ist die Anordnung meist identisch (das gleiche zeigen nach DOBZHANSKY verwandte Kernplatten in der zweiten Spermatogonienteilung von *Drosophila*). WULFF möchte dagegen eine bis zu einem gewissen Grad gesetzmäßige somatische Paarung der homologen Chromosomen in diploiden und tetraploiden Geweben bei Chenopodiaceen wahrscheinlich machen; die Objekte bereiten aber wohl Schwierigkeiten im Erkennen der Homologen (vgl. z. B. seine Abb. 3)²; die Ablehnung der Angaben NAWASCHINS besteht kaum zu

¹ DARLINGTON bestätigt zum Teil meine im Vorjahr erwähnten Befunde über die Pollenkornmitose; seine Auffassung von der Stemmkörpermechanik der asymmetrischen Anaphase entbehrt aber noch der realen Grundlage, da 1. die Spindelverlängerung nicht bewiesen wird und 2. die seit alters her bekannte Asymmetrie der achromatischen Spindelfigur nicht berücksichtigt wird (seine Fig. 6 ist in dieser Hinsicht falsch).

² Kaum gesichert erscheinen die Angaben somatischer Paarung, die WATKINS für *Yucca* macht; sie erklären sich wohl durch „Sortierung“ im Sinn HEILBORNS (vgl. weiter unten).

recht: WULFF meint, daß NAWASCHIN irrtümlicherweise die Metaphaseplatte als unveränderliche Struktur betrachtet und die in ihr noch stattfindenden Chromosomenbewegungen nicht berücksichtigt, also seiner Statistik nicht vergleichbare Phasen zugrunde gelegt hat; der Einwand ist jedoch hinfällig, da 1. der der Statistik zugrunde gelegte Höhepunkt der Metaphase unverkennbar ist, 2. keine *derartigen* Bewegungen stattfinden, daß die relative Lage der Chromosomen wesentlich verändert wird (was sich ja auch aus der gleichbleibenden Anordnung in aufeinanderfolgenden Mitosen ergibt). Die somatische Paarung homologer Chromosomen als allgemeines Postulat aufzustellen, ist also keinesfalls möglich; ebensowenig kann man die somatische Paarung der Dipterenchromosomen in diesem Zusammenhang verwerten, da diese Vorgänge ein ganz besonderes Gepräge haben, wie unter anderem die Speicheldrüsenkerne zeigen (vgl. Fortschr. Bot. 5, 8; in diesem Sinn spricht sich auch EMMY STEIN aus). HEILBORN fand in der ersten meiotischen Teilung und in der Pollenkornmitose, daß die Chromosomen von der Prophase an \pm deutlich nach ihren Größen sortiert liegen, daß also gleich große einander genähert liegen, und meint, daß eine derartige rein mechanisch verursachte „Bindung“ eine allgemeine Erscheinung aller Kerne in allen Stadien ist (sie kann allerdings vorübergehend — z. B. durch die lange meiotische Prophase — verwischt werden); die somatische Paarung und die sog. secondary association in Polyploidien ließen sich dann als Sonderfälle auffassen; mit einer Homologie der Chromosomen hätten diese Vorgänge nichts zu tun (vgl. dazu die Angaben URSULA HELMS, Fortschr. Bot. 5, 6). Gegen die allgemeine Gültigkeit dieser Anschauung lassen sich aber unter anderen die Befunde NAWASCHINS anführen; regelmäßige Anordnungen (bestimmte Gleichgewichtslagen) können auch nach dem Prinzip der „schwimmenden Magnete“ zustande kommen (GEITLER [3])¹. FAGERLIND nimmt als Ursache regelmäßiger Gleichgewichtslagen einfach die Wirkung der NEWTONSchen Gravitationskräfte an. — Bei alledem ist nicht zu vergessen, daß es auch Fälle „eigenwilliger“ Chromosomen gibt, die regelmäßig in der ersten und zweiten meiotischen Metaphase bestimmte, aber verschiedene Stellungen einnehmen (so bei den Wanzen im Zentrum oder am Rand der Platte liegen). Nicht einfach physikalisch erklärbar ist auch das Verhalten von *Tricyrtis* und *Dicentra*, wo in der ersten meiotischen Metaphase nur *zwei* Bivalente sekundäre Paarung zeigen (MATSUURA [2]). Aus allem dürfte folgen, daß die Anordnung der Chromosomen mehrere verschiedene Ursachen hat, deren Zusammenspiel noch nicht überblickbar ist.

¹ Der von mir gegen HEILBORN erhobene Einwand, daß die Anordnung der Chromosomen in der zweiten meiotischen Metaphase regelmäßiger als in der ersten ist, besteht nicht zu Recht, da sich das gleiche Verhalten auch aus der Hypothese HEILBORNS ergibt.

In einem wohl nur äußerlichen Zusammenhang mit diesen Fragen steht das Auftreten sog. *somatischer Diakinesen*, d. h. paarweiser Lagerung der homologen Chromosomen an der Kernperipherie während der Prophase, die neuerdings wieder WULFF aus krankhaft veränderten polyploiden Zellen von Chenopodiaceen beschreibt; über ihre Weiterentwicklung ist nichts bekannt¹. Eigenartig ist das von IRENE MANTON beobachtete Verhalten in einem Sektor einer diploiden Pflanze von *Iberis sempervlorens*: die Chromosomen waren verdoppelt und lagen paarweise beisammen; die Anordnung blieb auch in den Ruhekernen erhalten (paarweise Chromozentren!). Eine eingehende Analyse somatischer Paarungen führte EMMY STEIN an den krebsig entarteten Geweben von Röntgenmutanten von *Antirrhinum* durch (Fortschr. Bot. 5, 5). In den polyploiden, entarteten Geweben in der Blütenregion treten Kernteilungen auf („Reduktionsmitosen“), die weder mit gewöhnlichen Mitosen noch mit einer Meiose identisch sind. Die somatischen Chromosomen treten dabei zu Tetraden oder in höher polyploiden Zellen zu Oktaden zusammen; die „Reduktionsmitose“ setzt dann (in einem Teilungsschritt) die polyploide Chromosomenzahl auf die Hälfte herab, also von $4n$ auf $2n$, von $8n$ auf $4n$, nie aber von $2n$ auf n ; die höchste beobachtete polyploide Zahl war $8n = 256$. Die für die meiotische Prophase bezeichnenden Veränderungen fehlen, die Prophasechromosomen legen sich einfach aneinander, in der frühen Metaphase sind sie der Länge nach eng gepaart, die Äquatorialplatte wird sehr regelmäßig ausgebildet; in der Anaphase wandern Tetradenhälften (vermutlich auch Oktadenhälften) an die Pole². Durch die „Reduktionsmitose“ wird die pathologisch erhöhte Chromosomenzahl herabreguliert³.

HELENE GERASSIMOVA fand in einer experimentell durch Androgenese entstandenen *haploiden* Pflanze von *Crepis tectorum* einzelne diploide Zellen, die wahrscheinlich durch Unterbleiben der Wandbildung nach einer Mitose und Nichtauseinanderwandern der Chromosomen gebildet wurden, wie dies auch WEBBER für haploide Nicotianen angibt.

Miose. Einen schönen zytologischen Beweis für crossing-over erbringt LEVAN an einer heteromorphen Tetrade eines *Allium*-Bastardes,

¹ Die in normal diploiden Geweben vorkommenden „somatischen Diakinesen“ dürften gewöhnliche, mißverständene Prophasen von Chromozentrenkernen sein. — Das Auftreten polyploider Gewebe scheint bei den Chenopodiaceen in bestimmter Beziehung zur Basiszahl der Arten zu stehen. — FERNANDES (2) gibt für polyploide Sektoren bei *Narcissus* an, daß sie durch Unterbleiben der Wandbildung oder häufiger durch Auflösung der Wand zwischen Nachbarzellen entstehen.

² Auf S. 283, Z. 1 soll es statt „in 2 Anaphasen“ offenbar „in 1 Anaphase“ heißen.

³ Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß PETO in chloralisierten Wurzelspitzen von *Hordeum vulgare* Chiasmata fand; STERN zeigte experimentell an Mosaiktieren von *Drosophila*, daß somatisches crossing-over vorkommt.

deren vier Arme um das Chiasma herum verschieden sind. RESENDE fand bei *Aloë* heteromorphe Tetraden, für die sich Postreduktion feststellen ließ; das gleiche gelang MATSUURA u. GONDO für *Peziza* (der erste Fall heteromorpher Tetraden bei Pilzen!); die Berechtigung von Postreduktion (Trennen der homologen Chromatiden in der zweiten meiotischen Teilung) zu sprechen, ist allerdings ganz allgemein fraglich geworden (DARLINGTON [3]). KNAPP hat neuerdings darauf hingewiesen, daß Postreduktion *ganzer* Chromosomen vorgetäuscht werden kann, wenn die Spindelansatzstelle präreduziert wird, aber crossing over stattfand; man könnte annehmen, daß die *Spindelansatzstelle* (und die benachbarten Chromosomenteile) immer *präreduziert* wird, d. h. die *Schwesterchromatiden* hier in der ersten meiotischen Teilung immer beisammenbleiben und an die Pole wandern; die *durch crossing over ausgetauschten Abschnitte* der gleichen Chromosomen zeigen dabei Trennung in der zweiten meiotischen Teilung (also *Postreduktion*); diese an sich wahrscheinliche Auffassung ist bisher erst in einem einzigen Fall (bei dem Ascomyceten *Neurospora*) durch das genetische Experiment *bewiesen* worden.

Mit der *Physiologie* der Meiose, im besonderen der Umweltsgebundenheit der Chromosomenpaarung bei *Oenothera*, *Rhoeo*, *Campanula* und *Gasteria* beschäftigten sich in der schon im Vorjahr (Fortschr. Bot. 5, II) angedeuteten Richtung OEHLKERS und STRAUB; STRAUB zeigt die Einwirkung hoher und tiefer Temperaturen auf die Terminalisation und die Chiasmabildung; die die Paarung beeinflussenden Faktoren wirken von der frühen Prophase an. Störungen der Meiose durch zu hohe Temperaturen wies NAKAMURA für *Impatiens* nach.

GUSTAFSSON untersuchte auf breiter Basis die an Stelle der Meiose ablaufenden Vorgänge in diploid-parthenogenetischen Kompositen; charakteristisch sind drei Tatsachen: 1. die Paarung ist geschwächt oder aufgehoben, 2. die diploide Chromosomenzahl entsteht durch Teilungshemmungen (im allgemeinsten Sinn), 3. die Eizelle entwickelt sich ohne Kern- oder Zellverschmelzungen. Die Vorgänge sind nicht unmittelbar mit gewöhnlichen somatischen Mitosen gleichzusetzen. Die precocity theory DARLINGTONS, die eine kurzdauernde prämeiotische Interphase voraussetzt, wird abgelehnt. — SAX (2) konnte bei der Pollenbildung von *Rhoeo* durch Temperaturwechsel die Meiose unterdrücken, wobei unter Ablauf *einer* somatischen Mitose Dyaden und aus ihnen diploide Pollenkörner, oder auch ohne jede Teilung „Monaden“ und aus ihnen tetraploide Pollenkörner entstanden.

Einen klaren Fall von *Autotetraploidie* fand v. BERG in *Hordeum bulbosum*.

Mehrere Fälle von Entstehung neuer Chromosomen durch crossing over nach Mutationen (Inversionen u. a.) sind bei DARLINGTON (3, S. 265ff.) zusammengestellt.

Über die **Kernplasmarelation** und die Größenbeziehungen ruhender und sich teilender Zellen stellte ABELE am primären Meristem höherer Pflanzen eingehende statistische Untersuchungen an. Allgemein erfolgt zu *Beginn* der Teilung paralleles Wachstum der Zelle und des Kernes, *während* der Teilung findet kein weiteres Wachstum statt (die Ruhezelle mit 100 angesetzt, vergrößert das Teilungswachstum die Zelle auf 150, das telophasische Wachstum bringt die Tochterzellen von 75 wieder auf 100). Der Verhältnis der *Kernoberfläche* zum Zellvolumen bleibt während des Teilungswachstums das gleiche wie in der Ruhezelle, das Verhältnis des *Kernvolumens* zum Zellvolumen wird dagegen zugunsten des Kernes verschoben; dies ist also eine Bestätigung der bekannten Befunde R. HERTWIGS; seine theoretische Deutung, derzufolge das Mißverhältnis von Kern- und Zellvolumen die Teilung auslöst, lehnt ABELE mit früheren Autoren ab (durch die Halbierung von Kern und Zelle wird das Volumenverhältnis nicht verändert) und nimmt an, daß für die Teilungsauslösung die während des Teilungswachstums erfolgende *Verschiebung des Verhältnisses von Kernoberfläche zu Kernvolumen* zugunsten des Volumens maßgebend ist.

Bestimmte Beziehungen zwischen Zellgröße und Chromosomenzahl bzw. -masse zeigt mit mancherlei Einschränkungen der Vergleich verschiedener Arten von *Myosotis* (GEITLER [3]). — Die Untersuchung von *Nicotiana*- und *Solanum*-Artbastarden ergab (KOSTOFF u. ARUTIUNOVA), daß die Zellen mancher Bastarde größer als die beider Eltern, anderer kleiner als die der Eltern, wieder anderer intermediär sind. Bastarde mit verstärktem Wachstum besitzen nicht vergrößerte Zellen, die Heterosis ist also nur durch ein Ansteigen der *Zellenzahl* bedingt; zwerghafte Bastarde können kleinere oder größere Zellen als die Eltern besitzen, entstehen also sowohl unter Verringerung der Zellgröße wie der Zellenzahl.

Die Gestalt und relative Größe der generativen Zelle des **Angiospermen-Pollenkorns** untersuchte ROSALIE WUNDERLICH vergleichend bei Liliaceen; bestimmte Baueigentümlichkeiten sind für größere systematische Gruppen bezeichnend (die allgemein zytologischen Grundlagen des verschiedenen Baus werden sich wohl erst verstehen lassen, wenn außer der Kernplasmarelation schlechthin auch die Ausbildung des Kernes — locker oder dicht, wenig oder viel Heterochromatin — mitberücksichtigt werden wird). Das Vorhandensein einer bestimmten Kernplasmarelation in der generativen Zelle zeigen für einige Fälle WULFF (1) und WULFF u. MARGARETE LINDSCHAU. Daß allgemein eine generative *Zelle* (nicht nur ein generativer *Kern*) vorhanden ist, betont FINN. Fraglich bleibt es dagegen noch, ob in allen Fällen *Spermazellen* vorhanden sind, d. h. ob anscheinend nackte *Spermakerne* wirklich keine oder nur eine dünne, nicht nachweisbare Zytoplasmaschicht besitzen. Deutliche Spermazellen wiesen neuerdings COOPER für *Lilium* (hier ist

das Spermaplasma bis zum Eindringen des Spermiums in den Embryosack sichtbar) und ANNA FUCHS für *Elaeagnus* nach. — ANDERSON gibt für *Antirrhinum* an, daß die befruchtenden Spermkerne Zytoplasma in das Ei bzw. in das Endosperm mitnehmen; das Plasma enthält Chondriosomen bzw. Plastidenanlagen, die ebenfalls in die Zygoten gelangen (ob alle Möglichkeiten von Beobachtungsfehlern ausgeschlossen wurden, erscheint fraglich).

Die *Mitose der generativen Zelle im Pollenschlauch*, die oft als „atypisch“ geschildert wurde (keine regelmäßige Metaphaseplatte, dem entsprechend unregelmäßige Anaphase, Fehlen der Spindel) fanden COOPER bei *Lilium* und ANNA FUCHS bei *Elaeagnus* ganz normal; bei *Lilium* zeigt sich in dieser Hinsicht auch kein Unterschied zwischen kultivierten und im Griffel gewachsenen Pollenschläuchen; WULFF (1) fand dagegen bei *Narthecium* „typischen“ Mitoseablauf nur in kultivierten Pollenschläuchen, während in im Griffel gewachsenen „Pseudoäquatorialplatten“ ohne Spindelfasern auftraten; es ergibt sich aber wohl abschließend, daß die sog. „Atypie“ in allgemeiner Hinsicht eine unwesentliche, bloß habituelle Erscheinung ist, die durch die *Raumverhältnisse* im Pollenschlauch hervorgerufen wird; in diesem Sinn sprechen auch die Beobachtungen MARGARET UPCOTTS (2) an Tulpen.

Die *Zytokinese* der generativen Zelle sahen COOPER, MARGARET UPCOTT (2) und ANNA FUCHS unter Zellplattenbildung ablaufen; bei Hydrocharitaceen erfolgt dagegen Furchung (MARTE ERNST-SCHWARZENBACH); es kommen also beide Teilungstypen vor, was verständlich ist, da sie sich auch sonst keineswegs unvermittelt gegenüberstehen (Fortschr. Bot. 3, 6); dies zeigen auch die Beobachtungen LOCKES an der Anonacee *Asimina triloba*, bei der in der ersten meiotischen Teilung bei der Pollenbildung transitorische Zellplatten entstehen, obwohl die Zellteilung nach dem ersten und zweiten Teilungsschritt durch Furchung vollzogen wird (eigenartig ist im übrigen, daß die Furchen nach der zweiten Teilung nicht an der Peripherie der Pollenmutterzellen, sondern im Zentrum, d. h. an der nach der ersten Teilung gebildeten Wand einzuschneiden beginnen).

Die bei der Bildung der generativen Zelle sich äußernde *Polarität der Mikrospore* wurde von SAX u. HUSTED untersucht; die Konstanz der Teilungsrichtung (vgl. meine im Vorjahr geschilderten Befunde) wird bestätigt; nur *Periploca* bildet infolge bestimmter Umstände eine Ausnahme.

Morphologie des Pollens. Die durch ihre sehr geringe Größe ausgezeichneten Pollenkörner von *Myosotis* — *M. silvatica* hat die kleinsten überhaupt vorkommenden Pollenkörner ($4 \times 6 - 7 \mu$) — besitzen dennoch typischen Bau mit drei oder vier Furchen und Keimporen (von welchen je eine funktioniert) und typische Bildung der generativen Zelle und Spermien (GEITLER [3]). — Die Furchen und Keimporen zeigen

bei Angiospermen (wohl bei allen, doch sind nicht alle analysierbar) bestimmte Regelmäßigkeiten in ihrer Lage innerhalb der Tetrade (GRETE DRAHOWZAL). Bei dreifaltigen oder dreiporigen Körnern dürften die Falten oder Poren allgemein tüpfelartig einander gegenüberliegen; die Falten der einfaltigen Pollenkörner entstehen in bezug auf die Tetrade außen (vgl. auch SAX u. HUSTED und WODEHOUSE [1]). Bei den Gramineen dürfte außer der in der Tetrade (Pollenmutterzelle) vorhandenen Architektonik noch eine bestimmte Lagebeziehung zum Sporangium vorhanden sein, da die einzelne Keimpore dem Tapetum zugekehrt oder genähert liegt. In unübersichtlichen Fällen, wo zahlreiche Keimporen vorhanden sind und die Tetradenzellen verschieden zueinander orientiert sein können, kann die Zahl und Anordnung der Keimporen etwas schwanken¹. Bemerkenswert ist die Beobachtung, daß bei einer Pflanze von *Acanthus spinosus* unmittelbar nach der Meiose knospenartig kernlose Pollenkornfragmente abgeschnürt werden, die später eine Exine von annähernd normaler, netzig-wabiger Struktur bilden; diese kann also ohne unmittelbare Mitwirkung des Kerns entstehen. — Ein Vergleich der äußeren Morphologie des Pollens von mehr als 230 Arten von Ranunculaceen, Berberidaceen und Lardizabalaceen ergab, daß in der Regel Arten einer Gattung den gleichen Typus in der Anordnung der Austrittsstellen besitzen (doch gibt es auch Ausnahmen); die Oberflächenstrukturen sind dagegen innerhalb ganzer Familien oder selbst Trieben identisch oder sehr ähnlich (KUMAZAWA). Ebenfalls innerhalb der Familie der Alismataceen sind die charakteristischen Membranskulpturen der Pollenkörner untereinander sehr ähnlich (WODEHOUSE [2]).

Literatur.

- ABELE, K.: Protoplasma (Berl.) 25 (1936). — ANDERSON, L. E.: Amer. J. Bot. 23 (1936).
 BAILEY, J. W., u. TH. KERR: J. Arn. Arbor. 16 (1935). — BERG, K. H. VON: Züchter 8 (1936). — BLACKBURN, KATHLEEN B.: (1) Proc. Univ. Durham Phil. Soc. 9 (1933/34). — (2) Trans. roy. Soc. Edinb. 58 (1935/36). — BONNER, J.: Jb. Bot. 82 (1935).

¹ Es sprechen wohl auch die — der Verfasserin unbekannt gebliebenen — von TAMMES aufgestellten Regeln mit: die Zahl und Anordnung der Keimporen ergibt sich nach TAMMES daraus, daß eine möglichst enge Häufung von „Keimporen-arealen“, deren Größe durch die Organisation bestimmt ist, angestrebt wird; die Keimporen wären wie dem Prinzip der Äquidistanz genügende Punktsysteme auf einer Kugel angeordnet. Nach TAMMES ist also die Symmetrie der Pollenkörner nicht plasmatisch präformiert, sondern ergibt sich zwangsläufig aus der Vereinigung von so viel wie möglich gleichartigen Teilen (diese Auffassung berücksichtigt vielleicht zu wenig die Gesamtheit der Lebenserscheinungen im Pollenkorn, die sich z. B. auffallend in der Polarisierung des Plasmas bei der Bildung der generativen Zelle ausdrückt).

CHADEFAUD, M.: Rev. algol. 1936. — CLEVELAND, L. R.: Biol. Bull. 69 (1935). — CONARD, A.: Bot. Zbl., Abt. A. 55 (Beih.) (1936). — COOPER, D. C.: Bot. Gaz. 98 (1936).

DARLINGTON, C. D.: (1) Cytol. 7, 242 (1936). — (2) Ebenda 7, 248 (1936). — (3) Recent Advances in Cytology, 2. Aufl. London 1937. — DELAPORTE, BERTHE: C. r. Acad. Sci. Paris 203 (1936). — DELF, MARION E., u. M. B. HYDE: J. of Bot. 1936. — DOBZHANSKY, TH.: J. of exper. Zool. 74 (1936). — DOUTRELIGNE, JENNY: Proc. kon. Akad. Wetensch. Amsterdam 38 (1935). — DRAHOWZAL, GRETE: Österr. bot. Z. 85 (1936).

ERNST-SCHWARZENBACH, MARTHE: Verh. schweiz. nat. Ges. Zürich 1934.

FAGERLIND, F.: Planta (Berl.) 26 (1936). — FERNANDES, A.: (1) Bol. Soc. Bot. 11, 87 (1936). — (2) Ebenda 11, 27 (1936). — FINN: Ber. dtsch. bot. Ges. 53 (1935). — FREY-WYSSLING, A.: (1) Monographien Physiol. 32 (1935). — (2) Protoplasma (Berl.) 25 (1936). — FUCHS, ANNA: Österr. bot. Z. 85 (1936).

GEITLER, L.: (1) Planta (Berl.) 25 (1936). — (2) Ebenda 26 (1936). — (3) Jb. Bot. 83 (1936). — (4) Schizophyceen. In K. LINSBAUER: Handbuch der Pflanzenanatomie. 1936. — (5) Flora (Jena) 31 (1937). — (6) Bot. Zbl., Abt. A 1937 (Beih.). — (7) Protoplasma (Berl.) 1937. — (8) Planta (Berl.) 26 (1937). — GERASSIMOWA, HELENE: Planta (Berl.) 25 (1936). — GOODSPEED, T. H., F. M. UBER u. PRISCILLA AVERY: Univ. California Publ. Bot. 18 (1935). — GUSTAFSSON, Å.: Hereditas (Lund) 21 (1935).

HÄMMERLING, J.: Zool Jb. 56 (1936). — HEILBORN, O.: Hereditas (Lund) 22 (1936). — HEITZ, E.: Planta (Berl.) 26 (1936).

KERR, TH., u. J. W. BAILEY: J. Arn. Arbor. 15 (1934). — KNAPP, E.: Ber. dtsch. bot. Ges. 54 (1936). — KOSTOFF, D., u. N. S. ARUTIUNOVA: Z. Zellforsch. 24 (1936). — KUMAZAWA, M.: Jap. J. of Bot. 8 (1936).

LEFÈVRE, M.: Rev. gén. Bot. 48 (1936). — LEIB, E.: Wiss. Meeresunters., Helgol., N. F. 19 (1935). — LEVAN, A.: Hereditas (Lund) 21 (1936). — LEWITSKY, G., u. M. SIZOWA: C. r. Acad. Sci. URSS. 4 (1935). — LIVINGSTON, L. G.: Ann. of Bot. 22 (1935). — LOCKE, J. F.: Bot. Gaz. 98 (1936).

MANTON, IRENE: Proc. roy. Soc. Lond. B 118 (1935). — MARSHAK, A.: J. of Hered. 27 (1936). — MATSUURA, H.: (1) J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. V 3, 233 (1935). — (2) Ebenda V 3, 251 (1935). — MATSUURA, H., u. A. GONDO: Ebenda V 3, 205 (1935). — MILOVIDOV, P. F.: (1) Arch. f. Mikrobiol. 6 (1935). — (2) Planta (Berl.) 25 (1936). — MÜHLDOERF, A.: Bul. Jard. Mus. Cluj 15 (1935).

NAKAMURA, M.: Mem. Fac. Sci. Agr. Tohoku Imp. Univ. 17 (1936). — NAWASCHIN, M.: Ber. dtsch. bot. Ges. 54 (1936). — NAWASCHIN, M., u. HELENE GERASSIMOWA: Biol. Ž. 4 (1935). — NEBEL, B. R.: Genetics 21 (1936). — NEBEL, B. R., u. M. L. RUTTLE: Amer. J. Bot. 23 (1936).

OEHLKERS, F.: Z. Bot. 30 (1936).

PASCHER, A.: Heterokonten. In RABENHORST: Flora, Allg. Teil. 1936. — PETO, F. H.: Canad. J. Res. 13 (1935). — PIERCE, W. P.: Bull. Torrey bot. Club 63 (1936).

RESENDE, F.: Planta (Berl.) 25 (1936). — RILEY, H. P.: Cytologia 7 (1936). — SAX, K.: (1) Genetics 21 (1936). — (2) J. Arn. Arbor. 17 (1936). — SAX, K., & L. HUSTED: Amer. J. Bot. 23 (1936). — SCHAEDE, R.: Planta (Berl.) 26 (1936). — SÖDING, A.: (1) Jb. Bot. 77 (1933). — (2) Ebenda 79 (1934). — STEIN, EMMY: Z. Abstammgslehre 72 (1936). — STERN, C.: Genetics 21 (1936). — STOW, I.: J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. 5, Bot., 6 (1935). — STRAUB, J.: Z. Bot. 30 (1936). — SUEMATSU, S.: Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daig., B 3 (1936). — SWE-SCHNIKOWA, I. N., u. I. P. BELEKHOWA: Gen. Pl. Breed. Cyt. 9 (1936).

TAMMES, P. M. L.: Rec. Trav. bot. néerl. 27 (1930). — THOMAS, P. T.: Nature (Lond.) 138 (1936). — TINNEY, F. W.: Amer. J. Bot. 22 (1935).

UPCOTT, MARGARET: (1) *J. of Gen.* **33** (1936). — (2) *Proc. roy. Soc. London*, **B 121** (1936).

WATKINS, G. M.: (1) *Bull. Torrey bot. Club* **62** (1935). — (2) *Amer. J. Bot.* **23** (1936). — WEBBER, J. M.: *J. agricult. Res.* **47** (1933). — WIELER: *Protoplasma* (Berl.) **26** (1936). — WODEHOUSE, R. P.: (1) *Pollen grains*. New York 1935. — (2) *Amer. J. Bot.* **23** (1936). — WULFF, H. D.: (1) *Bot. Zbl., Abt. A* **54** (Beih.) (1935). — (2) *Planta* (Berl.) **26** (1936). — WULFF, H. D., u. MARGARETE LINDSCHAU: *Ebenda* **26** (1936). — WUNDERLICH, ROSALIE: *Österr. bot. Z.*: **85** (1936).

YAMAHA, G., u. S. SUEMATSU: *Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daig.*, **B 3** (1936). — YAMAMOTO, Y.: (1) *Cytologia* **6** (1935). — (2) *Jap. J. of Bot.* **8** (1936). — YUASA, A.: *Botanic. Mag. Tokyo* **50** (1936).

ZEEUW, J. DE: *Cellule* **44** (1936).

2. Morphologie einschließlich Anatomie.

Von WILHELM TROLL, Halle (Saale).

Mit 9 Abbildungen.

A. Archegoniaten.

I. Bryophyten.

Über die *Brutkörperentwicklung von Marchantia und Lunularia*, die schon durch ältere Forscher weitgehend geklärt worden ist, waren im Anschluß an Arbeiten FITTINGS neue Untersuchungen notwendig geworden, die HALBSGUTH ausgeführt hat. Dabei stellte sich heraus, daß am Scheitel des Brutkörpers die Initialen, zum Unterschied vom Randmeristem des späteren Thallus, das aus einer stets einfachen Initialenreihe besteht, in doppelter Reihe neben- und übereinander liegen können. Diese Feststellung ist von Wichtigkeit für das Verständnis der Fortentwicklung des Brutkörpers. Denn es zeigt sich, daß nur aus Brutkörpern mit *doppelter* Initialenreihe bilaterale¹ Thalli sich bilden, während bei Vorhandensein von nur *einer* Reihe von vornherein dorsiventrale Gestaltung resultiert. Die Verdoppelung der Initialenreihen geht zurück auf einen Vorgang, der von der typischen Segmentierung zweisehniger Scheitelzellen nach dichotomer Teilung hin abweicht.

Die Kenntnis der *Anthocerotaceen* hatte zuletzt durch GOEBEL eine beträchtliche Erweiterung erfahren. Neue Beiträge dazu liefert RINK durch detailliertes, namentlich den Antheridienbau, die Elateren und die Thallusentwicklung berücksichtigendes Studium von *Anthoceros* und *Aspiromitus*.

II. Pteridophyten.

Im *Entwicklungsgang des Gametophyten* der meisten *Farne* kann man ein fadenförmiges Vorstadium und eine flächenförmig-thallose Folgeform unterscheiden. Auf letztere allein möchte ORTH die Bezeichnung Prothallium angewendet wissen; für das Fadenstadium, das dem „Vorkeim“ der Moose entspricht und sich (mit Ausnahme der Osmundaceen) überall deutlich vom Prothallium abhebt, schlägt er die Verwendung des Namens *Protonema* vor. Was nun die Prothalliumbildung selbst

¹ Das a. a. O. gebrauchte Verbum hybridum „isolateral“ sollte schon aus sprachlichen Gründen verschwinden. Leider ist es auch in der neuesten Auflage des STRASBURGERSCHEN Lehrbuches (S. 80) beibehalten zur Bezeichnung der viel besser äquifazial zu nennenden ober- und unterseits gleich gebauten Laubblätter.

anlangt, so lassen sich nach ORTH innerhalb der großen Familie der Polypodiaceen nach der Entstehung der Scheitelzelle am Protonema drei allerdings durch Übergänge miteinander verbundene Gruppen hervorheben. Entweder es entsteht die Scheitelzelle ausschließlich aus der Endzelle des Protonemas; oder sie geht bald aus der Endzelle bald aus der vorletzten Protonemazelle hervor; oder endlich sie entsteht konstant aus der vorletzten Protonemazelle.

Der *Sporophyt* der farnartigen Gewächse (Pteridophyten) lebt im allgemeinen in Form einer beblätterten, homorhiz bewurzelten und meist verzweigten Sproßachse. Dasselbe ist der Fall bei vielen Samenpflanzen. Grundtypische Unterschiede zwischen diesen beiden höchststehenden Gruppen des Gewächsreiches bestehen jedoch in der *Organisation des Embryos*, der bei den Samenpflanzen bipolar gebaut, d. h. mit zwei einander an der Keimachse opponierten Vegetationspolen, einem Wurzel- und einem Sproßvegetationspunkt, ausgestattet ist. Dem entspricht die bei diesen Pflanzen auf dem Keimungsstadium stets allorhize Wurzelbildung. Die später homorhize Bewurzelung vieler Samenpflanzen geht auf nachträglichen Verlust der Hauptwurzel zurück und ist demgemäß als sekundäre Homorhizie anzusprechen. Anders bei den Pteridophyten, deren Embryo in allen bekannten Fällen *unipolar* gebaut ist. Eine an der Keimachse dem Sproßpol gegenüberliegende Hauptwurzelanlage fehlt. Vielmehr entstehen bereits die ersten Wurzeln seitlich am Sproß, mithin in der Stellung, die sie auch später einnehmen. Die *Homorhizie* ist hier ein *primärer Charakter*. Die Stellung, welche den Wurzeln im Bauplan dieser Pflanzen zukommt, ist also ein Merkmal, welches für ihre Gesamtorganisation entscheidend ist und diese grundtypisch von derjenigen der Samenpflanzen abgrenzt, was TROLL (3, S. 178) veranlaßt, die Pteridophyten als *Homorhizophyten* den Samenpflanzen als *Allorhizophyten* gegenüberzustellen.

Die außerordentliche Einheitlichkeit, welche den *Sproßaufbau* der Samenpflanzen auszeichnet, fehlt den Pteridophyten. Besonders in der *Verzweigung* bestehen, wie TROLL (3, S. 465) im einzelnen ausführt, zwischen den *Lycopodiales*, *Psilotales* und *Psilophytales* einerseits und den *Filicales* und *Articulatales* andererseits erhebliche Differenzen, insofern als erstere ausschließlich *dichotom*, letztere dagegen *seitlich* sich verzweigen. Die Auffassung, daß auch bei den *Filicales* gabelige Sproßverzweigung verbreitet sei, ist unhaltbar, wenn man die Verhältnisse am Vegetationspunkt zugrunde legt. Für *Dichotomie*, die, wie neuerdings SCHOUTE (1) hervorhebt, trotz gewisser äußerer Ähnlichkeiten natürlich mit dem Fasziationsphänomen nichts zu tun hat, ist charakteristisch, daß das Wachstum des Scheitels in der bisher eingehaltenen Richtung aufhört und durch zwei neue, in unmittelbarer Scheitelnähe entstehende Vegetationspunkte fortgesetzt wird. Wo der Vegetationspunkt, wie es unter den Lycopsiden z. B. bei *Psilotum* der Fall ist, mit

Scheitelzelle wächst, geht diese in den Dauerzustand über. Anders bei den Farnen und Artikulaten, bei denen die Fortentwicklung des Sproßscheitels zu keiner Zeit eine Unterbrechung erfährt. Die Auszweigungen entstehen hier von vornherein in seitlicher Stellung an einer einheitlich fortwachsenden Hauptachse. Wenn die Verzweigung bei manchen Farnen (*Dryopteris*-, *Lygodium*-, *Gleichenia*-Arten u. a.) äußerlich einer dichotomen gleicht, so beruht das auf sekundären Vorgängen. Die Seitensproßprimordien bleiben nämlich entweder zunächst in Ruhe, um erst weit hinter dem Scheitel, und selbst hier nur teilweise, zu Seitenästen sich zu entwickeln, oder sie wachsen sofort stark heran, wobei sie schnell die Kräftigkeit des Hauptsprosses erreichen, den sie dabei zur

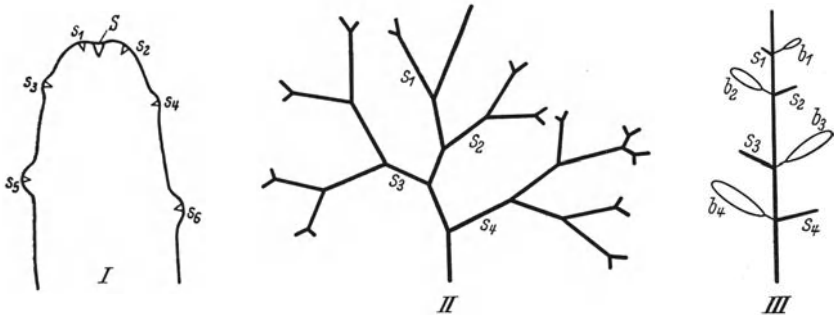


Abb. 1. I Schema zur Darstellung der alternierend-zweizeiligen Stellung der Seitensproßanlagen an dorsiventralen Farnsprossen. II Schematische Darstellung der Sproßverzweigung bei *Dryopteris Robertiana*. III *Polypodium*-Typus der Verzweigung. S Stammscheitelzelle; s_1, s_2, s_3 usw. Seitensproßanlagen bzw. Seitenäste; b_1, b_2 usw. Blätter.

Seite drängen, was bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck einer Gabelung hervorruft (Abb. 1).

Die Stellung der Seitensprosse bei den Farnen steht teilweise in gesetzmäßiger Beziehung zur Beblätterung, wonach TROLL (3, S. 503) einen *Polypodium*- und *Davallia*-Typus unterscheidet, deren Abwandlungen an einzelnen interessanten Beispielen verfolgt werden. Die wenigen Fälle mit axillärer Stellung der Seitensprosse, welche die Familie der Hymenophyllaceen liefert, sind nicht als Übergangsbildungen zwischen Pteropsiden und Samenpflanzen sondern als Konvergenzen zu werten.

Neben der in Scheitelnähe, d. h. *akrogen* erfolgenden Anlegung der seitlichen Verzweigungen gibt es bei den Farnen noch eine *phyllogene und rhizogene Art der Sproßbildung*. Letztere, allein bekannt von *Platyserium*-, *Asplenium*- und *Ophioglossum*-Arten, hat neuerdings RAUH im Zusammenhang mit ähnlichen Erscheinungen bei den Samenpflanzen untersucht. Es handelt sich fast durchweg um eine Umbildung der Wurzelspitze in eine Sproßknospe, was besonders für *Ophioglossum* zu betonen ist, weil RAUH hier auf Grund seiner Befunde die ältere Auffassung, die von ROSTOWZEW und GOEBEL bestritten worden war, bestätigt findet.

Eine der interessantesten Besonderheiten der Pteridophyten ist das Vorkommen *blattloser Sprosse*. TROLL (3, S. 287) unterscheidet eine totale und partielle Blattlosigkeit. Erstere ist nur von den Psilophyten des Devons bekannt. Partielle Blattlosigkeit dagegen kommt auch bei rezenten Pteridophyten (Farnen, *Selaginella* und Psilotaceen) vor, wo mit ihr eine Vereinfachung des anatomischen Baues der Sproßachse einhergeht. Entweder es liegt eine Differenzierung des Sproßsystems in beblätterte, aber wurzellose und unbeblätterte, mit der Wurzelbildung begabte Achsen vor (Farne, *Selaginella*), oder es handelt sich bei der Blattlosigkeit um eine Eigenschaft des Jugendstadiums, die an den im Substrat lebenden Sprossen großenteils auch später beibehalten wird (Psilotaceen).

Zur Kenntnis des *Leitbündelbaues der Filicales* liefert PALM neue Beiträge, die das bislang noch recht lückenhafte Bild von der Ausbildung des Phloëms in dieser Pflanzengruppe vervollständigen. Die Mehrzahl der Vertreter besitzt danach einen gleichartig ausgebildeten Siebteil und Siebröhren, die aus langgestreckten, mit schräggestellten Querwänden versehenen Zellen bestehen. Charakteristisch für die Siebröhren sind die vielfach in großer Zahl vorhandenen *Siebfelderchen*, Wandbezirke, die durch das Auftreten feiner Siebporen ausgezeichnet sind. Ausnahmen von dem typischen Verhalten lassen sich auf mangelnde Differenzierung des Phloëmgewebes zurückführen. So werden z. B. bei *Marattia* die Siebröhren von langgestreckten parenchymatischen Zellen mit einfach getüpfelten Wänden vertreten.

B. Spermatophyten¹.

I. Vegetationsorgane.

1. Blatt und Blattstellung.

Es ist eine für die verschiedensten Holzarten geltende Regel, daß beschattete Blätter stärker als die in vollem Lichtgenuß stehenden desselben Baumes „ausgeschnitten“ zu sein pflegen. Die von JAROSCHENKO dafür angeführten Beispiele sind lehrreich; es wäre aber notwendig, solche Beobachtungen, statt sie teleologisch auszudeuten, entwicklungsgeschichtlich und durch den Vergleich mit der Jugendform der betreffenden Pflanzen zu unterbauen. Teilweise handelt es sich bei der Form der Schattenblätter sicher um eine Wiederholung der Primärblattgestaltung, in anderen Fällen wird wohl ein Entwicklungsstadium, das die Lichtblätter durchlaufen, von den Schattenblättern festgehalten. Denn die Buchtung bzw. Zähnung der Spreite vieler im entwickelten Zustand wenig gegliederter Blätter tritt in der Jugend stärker als später hervor, eine Tatsache, die neuerdings wieder die Untersuchung des Blattes von *Vitis vinifera* durch SARTORIUS bestätigt hat. Auf das Vorkommen solcher Verschiedenheiten der Blattgestaltung in der Gattung *Quercus* deutet auch SCHWARZ in seiner Typologie des Eichenblattes hin.

¹ Die im Berichtsjahre erschienene blütenmorphologische Literatur wird aus Zweckmäßigkeitsrücksichten im nächsten Band zusammenfassend behandelt werden.

Die sog. *Stipulargebilde* der Blätter von *Dicentra spectabilis* (*Papaveraceae*) sind nach SCHULZE Rudimentärfiedern. Die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte des Blattes wäre nützlich gewesen, ebenso die Berücksichtigung der longitudinalen Symmetrie. Wie TROLL (2) dargetan hat, können sowohl bei akropetal wie basipetal sich entwickelnden Blättern basale Fiedern verkümmern. Bei den basipetalen Fiederblättern hat dieser Vorgang nichts Merkwürdiges an sich, wie etwa *Hypocoum* (*Papaveraceae*) zeigt, dessen Blatt einen Übergang zu dem Verhalten von *Dicentra* darstellt. Wo an akropetal sich entwickelnden Fiederblättern hingegen basale Rudimentärfiedern auftreten, handelt es sich um sekundäre Veränderungen, welche durch mesotone Förderung der akropetalen Fiederserie veranlaßt sind. Beispiele dafür hat TROLL (1) in *Sium*-Arten geschildert.

Umgebildete Blätter sind die Dornen der Kakteenareolen, wie schon durch ältere Forscher völlig klargestellt worden ist. Da trotzdem verschiedentlich gegenteilige Meinungen aufgetaucht sind, ist die erneute Bestätigung dieses Befundes durch LEINFELLNER sehr zu begrüßen.

In der *Blattanordnung der Monokotylen* ist weithin Distichie vorherrschend. Daneben kommt häufig zerstreute Beblätterung (Dispersion) vor, die bekanntlich überall durch Scheiteltorsion über Spirodistichie aus

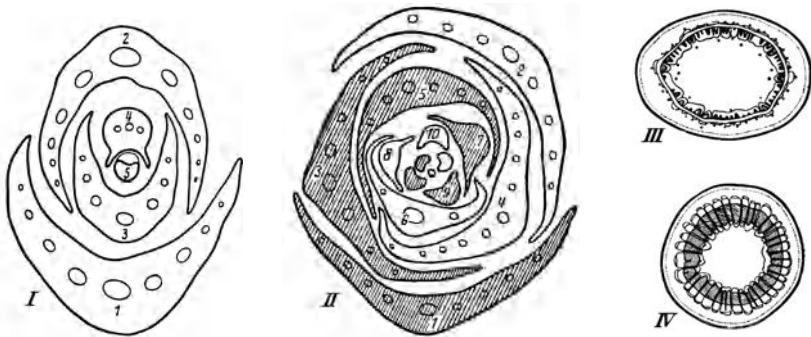


Abb. 2. *Hedera Helix*. I Querschnitt durch die Endknospe eines plagiotropen Sprosses (orthodistich). II Querschnitt durch die Endknospe eines radiären Triebes (spirodistich). Die Blätter sind ihrer genetischen Reihenfolge nach beziffert. III, IV Querschnitte durch einen bilateral-orthodistischen und einen radiär-spirodistischen Sproß. Xylem der Leitbündel schraffiert.

orthodistischer Blattstellung abzuleiten ist. Zuweilen tritt dabei eine „Paarung“ der Blätter hervor, derart, daß die Drehung zwischen den *Blattpaaren* eine stärkere ist als zwischen den Blättern eines Paares. Bei *Gloriosa*-Arten z. B., wo sich die Blätter eines Paares in $\frac{1}{2}$ -Divergenz gegenüberstehen, beträgt die Divergenz der *Blattpaare*, die außerdem jeweils durch ein verlängertes Internodium voneinander entfernt sind, 90° , so daß eine an Dekussation erinnernde scheinbare Wirtelstellung zustande kommt.

Distichie ist häufig auch bei den Dikotylen. Bei vielen derartigen Pflanzen, die später zerstreut beblättert sind, ist wenigstens das Jugendstadium distich. Die Dispersion der Folgeform geht in solchen Fällen nach TROLL (3, S. 440) ebenfalls durch Scheiteltorsion über Spirodistichie aus orthodistischer Beblätterung hervor, eine Veränderung, die von einem Wechsel der Sproßsymmetrie, nämlich dem Übergang von bilateraler zu radiärer Struktur, begleitet ist, wie schön das Beispiel des Efeus zeigt (Abb. 2). Von vornherein zweizeilig beblättert ist die nach MET-

CALFE monokotyle Keimpflanze von *Ranunculus Ficaria*, wo den Abbildungen zufolge schon mit dem dritten Blatte Spirodistichie sich einstellt. Auch die Seitensprosse zerstreut beblätterter Dikotylen beginnen distich ($1/2$ -Stellung der Vorblätter), ein Verhalten, das bei dorsiventraler Beschaffenheit der Sproßachse über den gesamten Sproß ausgedehnt sein kann; meist jedoch erfolgt schon über den Vorblättern Scheiteltorsion mit dem Ergebnis, daß zerstreute Beblätterung sich einstellt. Man vergleiche dazu auch die Angaben KUMAZAWAS über *Podophyllum pleianthum*, wo die Blätter der Knospen in zwei „spirally-wounded rows“ angeordnet sind bzw. in einer Divergenz von annähernd $2/5$, die wie bei *Hedera* aus Spirodistichie sich herleitet. So zu deuten sind auch die in

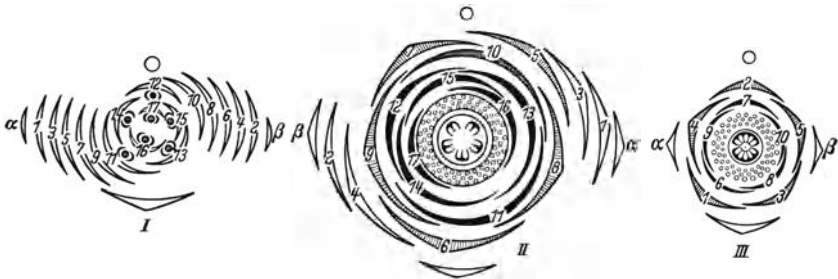


Abb. 3. I *Ulmus campestris*, Grundriß eines Blütenbüschels. α , β Vorblätter; 1—10 leere Knospenschuppen, aus Distichie allmählich in $2/5$ -Stellung übergehend; Schuppen von 11 an mit Blüten in den Achseln. II *Camellia japonica*, Diagramm einer Blüte. α , β Vorblätter; 1—4 brakteenartige Schuppenblätter; 5—9 Kelchblätter; 10 Übergangsblatt zu der von den Blättern 11—17 gebildeten Blumenkrone. III *Ternstroemia silvestris*, Blütendiagramm. α , β Vorblätter; 1—5 Kelch- und 6—10 Kronblätter. (Sämtlich nach Eichler.)

Abb. 3 nach EICHLER wiedergegebenen Fälle von Brakteenstellung in der Blütenregion, die zu der Caryophyllaceenstellung der Kelchblätter hinführt.

Hinsichtlich der *Wirtelstellungen* stehen sich zwei Auffassungen gegenüber. Nach SCHOUTE (2) wären als echte Wirtel nur solche mit simultan entstehenden Anlagen zu bezeichnen. Sie treten gegenüber den sukzedanen an Häufigkeit zurück. Es geht aber wohl zu weit, wenn z. B. auch die Kotyledonwirtel als Scheinwirtel betrachtet werden. Natürlicher ist die Auffassung, daß bei den Dikotylen der Blattstellung überall Dekussation zugrunde liegt und Dispersion und Distichie aus ihr durch eine mit Symmetrieveränderungen gepaarte kongenitale Wirtelauflösung sich herleiten, vielfach in der Weise, daß die Dekussation zunächst in Distichie und diese über Scheiteltorsion und Spirodistichie in Dispersion übergeht.

Die schiefe Wirtelstellung, die außer bei zahlreichen Crassulaceen nach TROLL (3, S. 358) auch bei *Lycopodium nummulariaefolium* auftritt, ist eine Folge bilateralen Sproßbaues bei Diagonalstellung der Wirtel und bei *Crassula eendornensis* bis zu scheinbarer Distichie gesteigert. Die schon in Fortschr. Bot. 5, 19 erwähnte Ansicht SCHOUTES ist inzwischen auch von SCHÜEPP zurückgewiesen worden.

Aus Dekussation bzw. viergliedriger Wirtelstellung heraus kommt nach ROST die zerstreute Areolenstellung vieler Cereen zustande. Wie aber BILHUBER dargetan hat, enthält diese Kakteengruppe auch Formen, deren Sprosse durchgehend wirtelig beblättert sind.

2. Längen- und Dickenperiode der Internodien.

Die Längenperiode der Internodien wurde schon von GROOM als eine Form der longitudinalen Symmetrie erkannt und durch Längskurven zur Darstellung gebracht. Eigenartig sind besonders die Fälle von basitoner Förderung der Internodienlänge, wie sie uns weit verbreitet an Seitensprossen entgegentritt, wo nicht selten das basale Internodium (Hypopodium) extrem gestreckt ist und an Ausläufern allein für deren Verlängerung aufkommt (z. B. *Saxifraga flagellaris* und *Androsace sarmentosa*).

Kaum beachtet war bisher die *Dickenperiodizität* der Sprosse geblieben, die darin zum Ausdruck kommt, daß der Zone maximaler Dickenentwicklung des Achsenkörpers eine Erstarkungszone vorausgeht und eine Verjüngungszone nachfolgt. Eine derartige Dickenperiode, für die TROLL (3, S. 208) auch eine kurvenmäßige Darstellung (Abb. 4) vorschlägt, begegnet uns sowohl an Hauptsprossen wie an Seitenachsen. An letzteren hängt mit ihr die *Entstehung von Sproßknollen* zusammen, in der lediglich ein Sonderfall der weitverbreiteten Erscheinung der periodischen Dickenzu- und Dickenabnahme der Achse zu erblicken ist. Das Maximum der Dickenperiode wird hier zur Stoffspeicherung herangezogen.

Von Interesse sind auch die mannigfaltigen Beziehungen zwischen *Internodienlänge und Wuchsform*, z. B. die Verschiedenheit von halb- und ganzrosettigem Wuchs, die nicht nur auf der Längenperiode der Internodien, sondern auch darauf beruht, daß die Ganzrosettenpflanzen nur Laubblätter, und diese sämtlich in der grundständigen Rosette, hervorbringen, während Halbrosettenpflanzen auch „Stengelblätter“ neben den „Grundblättern“ ausbilden.

3. Subkotyledonare Sproßbildung.

Wir verstehen darunter die Bildung von Sproßknospen im subkotyledonaren Bereich des Vegetationskörpers, also an Hypokotyl und Wurzel.

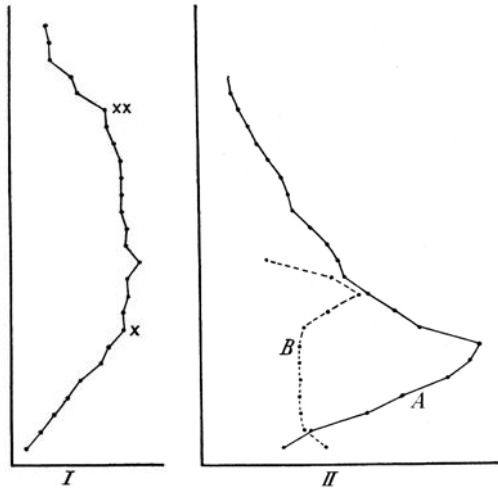


Abb. 4. I *Zea Mays*, Dickenkurve der Internodien. II Dickenkurve von *Iris germanica* (A) und *Polygonatum multiflorum* (B).

Man spricht deshalb auch von *Hypokotyl- und Wurzelsprossen*. Die lange vernachlässigte Erscheinung hat nunmehr durch RAUH eine eingehende Bearbeitung erfahren, wobei auch der Gesichtspunkt eine Rolle spielte, welche Bedeutung den Hypokotyl- und Wurzelsprossen für die

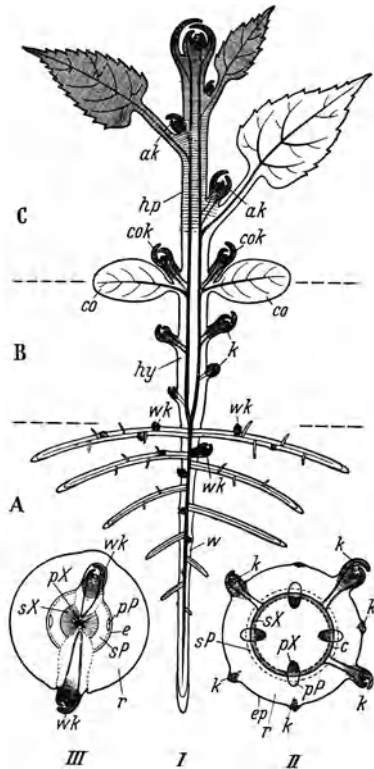


Abb. 5. I Schema einer hypokotyl- und wurzel-sproßbildenden Pflanze. A Wurzelregion, B hypokotyle und C epikotyle Sproßregion; w Hauptwurzel, hy Hypokotyl, co Kotyledonen, cok Kotsyledonarknospen, hp Hauptsproß, ak dessen Achselknospen, k Hypokotyl- und wk Wurzelknospen. II Hypokotyl quer, mit Knospenanlagen (k), ep Epidermis, r primäre Rinde, pX primäres Xylem, pP primäres Phloem, c Kambiumring. III Diarche Wurzel quer, mit zwei Knospenanlagen (wk), e Endodermis, r primäre Rinde, pX primäres und sX sekundäres Xylem, pP primäres und sP sekundäres Phloem. Das embryonale Knospengewebe in allen Figuren dunkel gehalten. (Nach RAUH.)

Wuchsform der Gesamtpflanze zukommt. Zur Erläuterung diene Schema Abb. 5 I mit den Querschnitten durch Hypokotyl und Wurzel in II und III. Aus letzteren ist zu entnehmen, daß die *Knospenanlegung am Hypokotyl* in der Regel *exogen, an den Wurzeln hingegen endogen*, und zwar gewöhnlich im Anschluß an Seitenwurzeln, erfolgt, so daß Wurzelknospen serial, die Hypokotylknospen unregelmäßig angeordnet zu sein pflegen. Sehr auffallend ist die Hypokotylsprossung bei *Cyclamen persicum*, wo sie normalerweise erst an älteren Pflanzen auftritt, aber schon an Keimpflanzen hervorgerufen werden kann, wenn man deren Sproßknospe entfernt. Es werden dann häufig einfache Blätter „regeneriert“. Es läßt sich aber zeigen, daß es sich dabei nicht etwa um die bloße Regeneration von Blättern sondern um Knospen handelt, deren erstes Blatt den Vegetationspunkt zu seiner Bildung völlig verbraucht.

Die Hypokotyl- und Wurzel-sprosse sind von entscheidender Bedeutung in jenen Fällen, wo der *Hauptsproß entweder spärlich oder gar nicht zur Blüte gelangt* und auch keine fertilen Seitensprosse an ihm sich bilden. Derartige Pflanzen be-

gegennen uns vor allem in den Gattungen *Euphorbia* und *Linaria*. Als Beispiel seien *Linaria*-Arten wie *L. bipartita* und *L. purpurea* angeführt (Abb. 6); auch *L. vulgaris* gehört hierher, bei der die Knospenbildung vor allem von den Wurzeln ausgeht, während *L. purpurea* ein bloßer Hypokotylsprosser ist. Man erhält eine Pflanze wie *L. purpurea* in Abb. 6 III, wenn man sich an Hand des

Schemas Abb. 5 I vorstellt, daß der Haupt sproß frühzeitig in der Entwicklung stehenbleibt und ersetzt wird nicht durch basale Achselsprosse sondern durch Sprossungen, welche aus dem Hypokotyl hervorgehen.

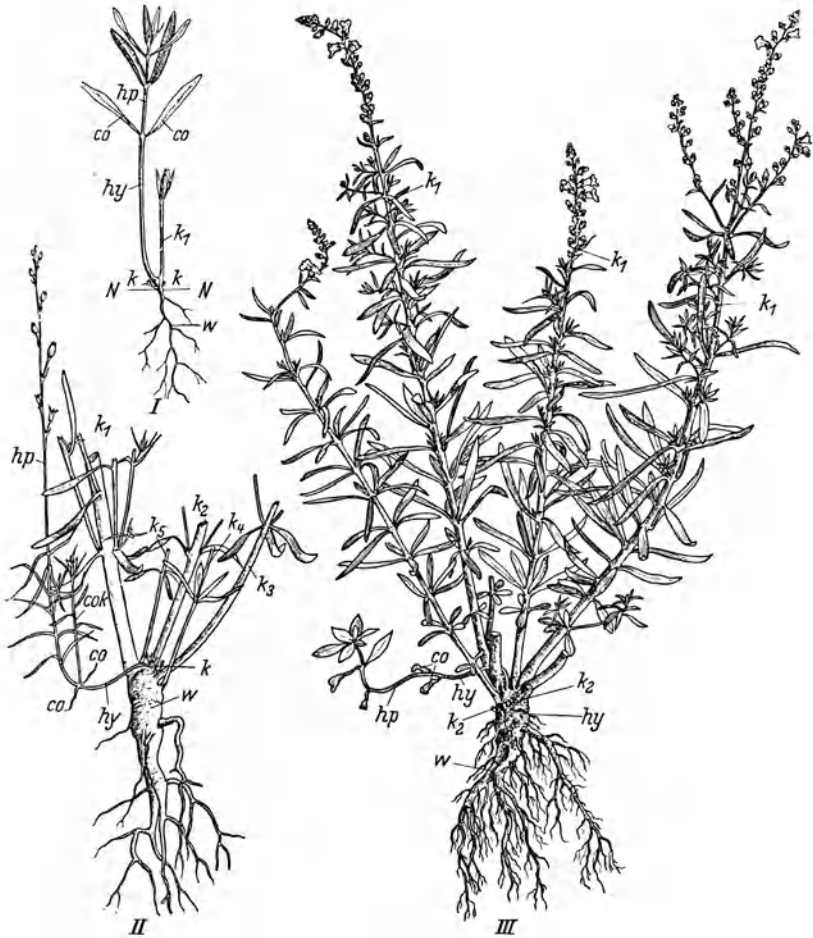


Abb. 6. I, II *Linaria bipartita*. I Keimpflanze. *w* Hauptwurzel, *hy* Hypokotyl, *hp* Haupt sproß, *co* Kotyledonen, *k* knospenförmige Hypokotylsprossungen, *k*₁ ausgetriebener Hypokotyl sproß. II abgeblühte Pflanze. *k*₁—*k*₅ der Reihenfolge der Bezifferung nach ausgetriebene Hypokotyl sprosse, abgeschnitten. Sonstige Bezeichnungen wie in I. III *Linaria purpurea*, blühende Pflanze im ersten Jahr (Sprosse teilweise abgeschnitten). *k*₁ die im ersten Jahr zur Blüte gelangten Hypokotyl sprosse; *k*₂ hypokotyle Erneuerungsknospen für das nächste Jahr. Sonstige Bezeichnungen wie in I. (Nach RAUH.)

Im Extrem gelangt der *Haupt sproß überhaupt nicht zur Entwicklung*. Dieses Verhalten begegnet uns bei Parasiten (Orobanchaceen und Balanophoraceen) und Saprophyten, besonders *Monotropa* und *Pirola*-Arten (z. B. *P. uniflora*). Die Blüten sprosse etwa von *Orobanche*-Arten sind in den meisten Fällen Hypokotyl sprosse, die von *Monotropa* gehen

von der Wurzel und ihren Verzweigungen aus. Es handelt sich dabei also um Pflanzen, deren Vegetationskörper in Form allein der subkotle-donaren Teile existiert und sich mit Hilfe subkotle-donarer Blütensprosse fortpflanzt, worauf für *Monotropa* schon in Fortschr. Bot. 4, 24 hingewiesen wurde.

4. Wurzel.

Als Merkwürdigkeit, die Beachtung verdient, beschreibt SUESSENGUTH in der Combretacee *Thiloa glaucocarpa* einen Baum mit vielen stärke-speichernden Knollen an den Seitenwurzeln. Die pfahlartige Hauptwurzel weist keine solchen Verdickungen auf. Es handelt sich bei den Knollen um eines der besten Beispiele von *Holzknollen*¹, d. h. Speicherorganen, die ihre Härte nicht dem Stärkegehalt sondern der Ausbildung von Xylemringen verdanken.

Vergleichend-morphologische Studien über die sproßbürtige Bewurzelung hat WEBER vorgenommen. Sie führten ihn zu der Unter-

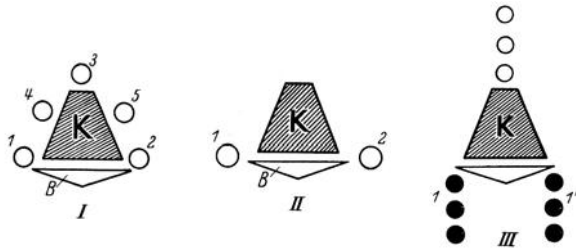


Abb. 7. Stellung der sproßbürtigen Wurzeln. I *Solanum tuberosum*; II *Physalis Alkekengi*; III *Salix alba vitellina*. K Knospe, B deren Tragblatt. Die in der Umgebung der Knospe entstehenden Wurzeln mit arabischen Ziffern bezeichnet. In drei sind die nach unten gebildeten Wurzeln dunkel gehalten. (I und III nach WEBER.)

scheidung der Hypokotyl-, Knoten-, Internodien- und Knospenwurzler. Was die *Hypokotylwurzler* anlangt, so versteht WEBER darunter Pflanzen, die an sich allorhiz bewurzelt sind, bei denen aber die Hauptwurzel in der Entwicklung gehemmt ist und an ihrer Stelle das Hypokotyl endogen Wurzeläste erzeugt, bei Euphorbiaceen vielfach in der Weise, daß am Wurzelhals vier kräftige, stark sich verzweigende Wurzeln auftreten, denen gegenüber die Hauptwurzel an Bedeutung völlig zurücktritt. Zahlreich sind die Beispiele für *Wurzelbildung aus den Knoten* der Sproßachse, die entweder unterhalb der Blattinsertion oder über ihr erfolgt (*Unter- und Überknotenwurzler*). Zu ersteren gehören z. B. viele Ranunculaceen und Umbelliferen, zu letzteren Gramineen (etwa *Zea Mays*). Bei *Solanum tuberosum* ist die Wurzelbildung auf den Umkreis der Achselknospe beschränkt, wo sie in der aus Diagramm Abb. 7 I er-

¹ Die für diese Art von Knollen gebrauchte Bezeichnung „Xylopodium“ ist vieldeutig und wird daher besser aufgegeben.

sichtlichen Reihenfolge vor sich geht. Bei einer anderen Solanacee (*Physalis Alkekengi*) gelangen nur die Wurzeln 1 und 2 zur Ausbildung (Abb. 7 II).

Interessante Sonderfälle einerseits von Unter-, andererseits von Überknotenwurzeln finden sich in den Familien der Nymphaeaceen und Cruciferen. Bei ersteren gehen die Wurzeln büschelweise aus der Basis der Blatinserktionen hervor, bei den Cruciferen, soweit diese überhaupt homorhiz bewurzelt sind, bilden sie sich aus dem Meristem der Blattachseln in Ein- oder Mehrzahl, und zwar exogen, während die Wurzelanlagen der Nymphaeaceen phloeoogenen Ursprungs sind, d. h. in den äußeren Rindenschichten entstehen. In der Familie der Labiaten begegnen uns zugleich Überknoten- und Unterknotenwurzler; die Wurzeln treten hier zwar vielfach in stark wechselnder Zahl, überall aber nach einem bestimmten, wenn auch bei den einzelnen Gattungen verschiedenen Plan auf, was Abb. 8 in diagrammatischer Darstellung zeigt.

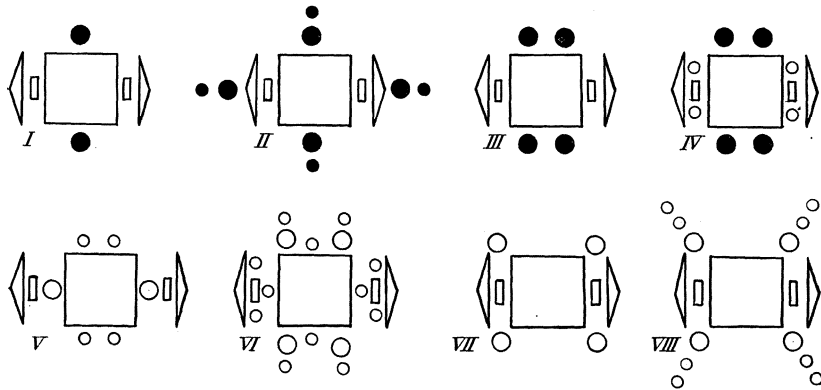


Abb. 8. Schema zur Veranschaulichung der Wurzelstellung bei den Labiaten. Es sind einzelne Knoten im Querschnitt dargestellt mit der vierkantigen Hauptachse, den beiden Blättern und ihren Achselknospen. Die schwarzen Kreise stellen Unterknotenwurzeln, die hellen Überknotenwurzeln dar. (Nach WEBER.)

Bei *Wurzelbildung aus den Internodien* macht sich meist der Einfluß des Knotens stark bemerkbar, namentlich darin, daß die Entstehung der Wurzeln vom Knoten ausgeht, um sodann in basipetaler oder akropetaler Folge auf das Internodium überzugreifen. Ein Beispiel für ersteres Verhalten ist *Hedera*. Bei *Salix*-Arten (Abb. 7 III) schließt sich an die basipetale eine akropetale Entstehung von Internodienwurzeln an.

Merkwürdig sind schließlich die *Knospenwurzler*, weil bei ihnen der Hauptsproß selbst sich gar nicht bewurzelt und die Wurzelbildung auf die Seitenknospen beschränkt ist, an denen sie bereits auf einem sehr frühen Entwicklungsstadium einsetzt. Charakteristisch ist die Erscheinung für zahlreiche Crassulaceen, ferner für *Aconitum*-Arten, *Ranunculus Ficaria* und die Orphydeen. Unterbleibt die Entwicklung der Knospe zugunsten bloßer Wurzelentstehung, so erhalten wir die *rhizogenen Knospen* von *Equisetum limosum*.

II. Anatomie.

Die im Berichtsjahre erschienenen anatomisch-histologischen Arbeiten gruppieren sich in der Hauptsache um Probleme der Blattdifferenzierung, der Differenzierung des Sproßscheitelmeristems bei Gymnospermen und Dikotylen und des primären Dickenwachstums namentlich der Monokotylen.

1. Blattdifferenzierung.

Um das Studium der mannigfachen Vorgänge der Gewebedifferenzierung, die sich bei der Entwicklung der Blattprimordien zum fertigen Organ abspielen, hat sich in den letzten Jahren besonders FOSTER bemüht, der neuerdings eine Übersicht über die Literatur und die Ergebnisse seiner eigenen Arbeiten vorgelegt hat. Weitere Beiträge, die sich mit der Entwicklung des Mesophyllgewebes, der Blattepidermis und des Bündelsystems befassen, haben TETLEY, MEYER, MARTENS, ARZT, KANO und WATARI geliefert. Größere Gesichtspunkte treten daraus, abgesehen von WATARIS gründlichen Untersuchungen über das Leitbündelsystem von *Acer*-Blättern, welche die allgemeinen Erörterungen TROLLS (s. Fortschr. Bot. 2, 14) bestätigen, nicht hervor.

Hier sollen auch, da vorwiegend in den Blättern vorkommend, die Exkretsräume der Rutaceen und Myrtaceen Erwähnung finden, deren rein lysigene Entstehung angezweifelt wurde. TSCHIRCH hat von schizolysigenen Exkretsräumen gesprochen. Wie FOHN nun zeigen konnte, erübrigt sich die Aufstellung dieses Typus, was mit der Rückkehr zu der alten DE BARVYSchen Einteilung in schizo- und lysigene Sekretbehälter gleichbedeutend ist.

2. Differenzierung des Sproßscheitelmeristems bei Gymnospermen und Dikotylen.

Es handelt sich dabei vor allem um die Existenz des sog. *primären Meristemringes*, worüber man, wie unter Hinweis auf die in Fortschr. Bot. 1, 16 besprochenen Untersuchungen HELMS kurz wiederholt sein mag, den durch die voraneilende Mark- und Rindendifferenzierung auf eine ringförmige Zone zurückgedrängten Rest des primären Meristems der Sproßspitze versteht. Das Vorhandensein dieser Gewebezone wurde seither durch Arbeiten verschiedener Autoren (GRÉGOIRE, BARTHELMESS, LOUIS, SÁRKÁNY, DUNCKER) bestätigt. Unklarheiten bestehen aber noch hinsichtlich der Frage nach der Natur der Zellen des Meristemringes. Während diese nämlich nach HELM totipotent sind wie die Zellen des Scheitelmeristems, nehmen GRÉGOIRE und LOUIS an, daß es sich um Prokambiumzellen, also embryonale Bündelelemente handelt, eine Auffassung, der die von GRÉGOIRE geprägte Bezeichnung „Prodesmogène“ für den Meristemring entspricht.

Wie nun HELM (2) neuerdings, zum Teil unter Bezugnahme auf die Arbeiten SÁRKÁNYs und DUNCKERS, hervorhebt, besteht keineswegs überall Identität zwischen dem primären Meristemzylinder und dem sich differenzierenden Prokambium der Bündel; eine solche ist nur bei jenen Pflanzen vorhanden (es sind in der Hauptsache Holzgewächse), die nicht einzelne, durch Markstrahlparenchym isolierte Leitbündel, sondern von

Anfang an einen geschlossenen Holz- und Bastring aufweisen. Nur in diesen Fällen geht der primäre Meristemring als ganzer in Prokambium über und kann deshalb als Vorstufe für das Prokambium, d. h. als Prodesmogen im Sinne GRÉGOIRES gewertet werden. Bei der Mehrzahl der krautigen Gewächse jedoch erfährt er durchaus nicht in seiner Gesamtheit eine Differenzierung zu Prokambiumzellen. Es entstehen vielmehr, zwar in seinem Bereich, aber dennoch isoliert, einzelne Prokambiumbündel, während er sich im übrigen zu Parenchym ausdifferenziert. Das ersterwähnte Verhalten erweist sich somit als Sonderfall in der Fortentwicklung des Meristemringes, der nicht einmal für Holzgewächse mit ihrer starken Einschränkung der primären Markstrahlen streng gültig ist; denn diese verdanken ihre Existenz gerade dem Umstand, daß der Meristemring an beschränkten Stellen statt der xylematischen bzw. phloematischen Elemente Parenchym liefert.

3. Primäres Dickenwachstum.

Die als primäres Dickenwachstum bekannte Zunahme des Achsendurchmessers im Bereich des Vegetationskegels erreicht besonders bei den Palmen und anderen dickstämmigen Monokotylen extreme Aus-

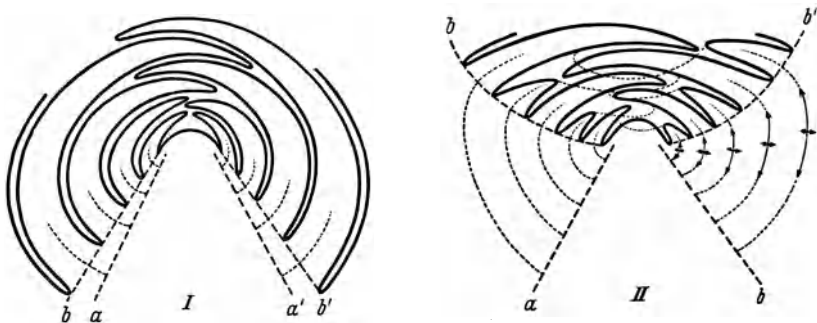


Abb. 9. Schematische Darstellung der Vorgänge beim primären Dickenwachstum am Stammscheitel gewöhnlicher Monokotylen (I) und von Palmen (II). Die in die Blätter verlaufenden unterbrochenen Linien geben die Richtung der Zellzüge, die Pfeile in II die Hauptwachstumsrichtungen an. Die Blätter in II sind mit geschlossenen Scheiden versehen gedacht und daher auf dem Schnitt zu beiden Seiten des Vegetationspunktes getroffen. Sonstige Erklärung im Text. (Verändert nach HELM.)

maße, womit die Ausbildung einer Scheitelgrube zusammenhängt. Das Dickenwachstum beruht hier auf der Tätigkeit eines kambialen Meristemmantels, der sich aus dem Urmeristem des Vegetationspunktes ableitet und durch seine nach innen gerichtete zytogenetische Tätigkeit ausgezeichnet ist. Die Vorstellungen, die sich STRASBURGER darüber gebildet hat, werden von Helm (x) auf Grund eingehenden Studiums der Verhältnisse bei einer größeren Zahl von Monokotylen korrigiert. Die Bildung der Scheitelgrube bei der Palme *Livistona chinensis* veranschaulicht Abb. 9, deren Figur I zunächst das Verhalten wiedergibt, das für die meisten Monokotylen, z. B. auch die Zwiebelpflanzen, gültig ist. Die

Gewebeproduktion von seiten des Meristemmantels ist hier gering. Bei den Palmen dagegen erreicht sie enorme Ausmaße, was im Schema Abb. 9 II in der starken Erweiterung des von den Linien *a* und *b* bzw. *a'* und *b'* eingeschlossenen Winkels und der damit zusammenhängenden Entstehung einer Scheitelgrube zum Ausdruck kommt. Es bestehen also einfache typologische Beziehungen zwischen dem primären Dickenwachstum der Palmen und anderer Monokotylen, was auch dadurch bestätigt wird, daß die Palmen in der Jugend die Verhältnisse des Schemas Abb. 9 I zeigen. Die oben erwähnte Dickenperiode des Achsenkörpers ist nach TROLL (3, S. 208) eine Folge davon, daß das primäre Dickenwachstum im Verlauf der Sproßentwicklung eine periodische Zu- und Abnahme erfährt.

Literatur.

- ARZT, TH.: Ber. dtsch. bot. Ges. **54**, 247 (1936).
 BARTHELMESS, A.: Bot. Archiv **37**, 207 (1935). — BILHUBER, E.: Ebenda **35**, 188 (1933).
 DUNCKER, B. J. J.: Rec. Trav. bot. néerl. **33**, 586 (1936).
 FOHN, M.: Österr. bot. Z. **84**, 198 (1935). — FOSTER, A. S.: Bot. Review **2**, 349 (1936).
 GRÉGOIRE, V.: C. r. Acad. Sci. Paris **200**, 1127 (1935).
 HALBSGUTH, W.: J. wiss. Bot. **84**, 290 (1936). — HELM, J.: (1) Planta (Berl.) **26**, 319 (1936). — (2) Ebenda **26**, 523 (1937).
 KANO, R.: Jap. J. of Bot. (Tokyo) **8**, 215 (1936). — KUMAZAWA, M.: Bot. Mag. (Tokyo) **50**, 268 (1936).
 JAROSCHENKO, G.: Bot. Archiv **38**, 33 (1936).
 LEINFELLNER, W.: Österr. bot. Z. **86**, 1 (1937). — LOUIS, J.: Cellule **44**, 87 (1935).
 MARTENS, P.: Ann. des Sci. natur., 10. sér., Bot., **17**, 5 (1935). — METCALFE, C. R.: Ann. of Bot. **50**, 103 (1936). — MEYER, F. J.: (1) Bot. Zbl., Abt. A **54** (Beih.), 156 (1936). — (2) Ebenda Abt. A **54** (Beih.), 495 (1936).
 ORTH, R.: Planta (Berl.) **25**, 104 (1936).
 PALM, O.: Bot. Archiv **38**, 37 (1936).
 RAUH, W.: Nova Acta Leopoldina, Halle (Saale), N. F. **4**, 395 (1937). — RINK, W.: Flora (Jena) **130**, 87 (1936). — ROST, H.: Bot. Zbl., Abt. A **55** (Beih.), 1 (1936).
 SÁRKÁNY, S.: J. wiss. Bot. **82**, 625 (1936). — SARTORIUS, O.: Die Gartenbauwiss. **10**, 541 (1937). — SCHOUTE, J. C.: (1) Rec. Trav. bot. néerl. **33**, 649 (1936). — (2) Ebenda **33**, 670 (1936). — SCHÜEPP, O.: J. wiss. Bot. **82**, 555 (1936). — SCHULZE, G. M.: Notizbl. bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem **13**, Nr. 118, 390 (1936). — SCHWARZ, O.: Feddes Repert. spec. nov. **86** (Beih.), 60 (1936). — SUESSENGUTH, K.: Flora (Jena) **130**, 377 (1935/36).
 TETLEY, U.: Ann. of Bot. **50**, 523 (1936). — TROLL, W.: (1) Planta (Berl.) **23**, 1 (1934). — (2) Nova Acta Leopoldina, Halle (Saale), N. F. **2**, 315 (1935). — (3) Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen **1**, Lief. 2. Berlin 1937.
 WATARI, SH.: J. Fac. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Sect. III Bot. **5**, 1 (1936). — WEBER, H.: Nova Acta Leopoldina, Halle (Saale), N. F. **4**, 229 (1936).

3. Entwicklungsgeschichte und Fortpflanzung.

Der Beitrag folgt in Bd. VII.

B. Systemlehre und Stammesgeschichte.

4. Systematik.

Von JOH. MATTFELD, Berlin-Dahlem.

Wesen der Sippen (Definition, Umgrenzung, Entstehung).

Definition, Begriffe. Das Artproblem war Gegenstand eines Symposiums der Linnean Society in London über die Frage, wie die neueren Erkenntnisse der Ökologie, Genetik und Zytologie den hergebrachten Artbegriff beeinflussen. Die Diskussion und ebenso Erörterungen in anderen zu zitierenden Arbeiten kreisen um die Alternative, ob man die Sippenbegriffe schärfer fassen könne, oder ob sie als unbrauchbar geworden gänzlich fallen sollten. Unter jenen Rednern vertritt R. GOOD als einziger die Ansicht, daß die systematischen Kategorienbegriffe, da sie in vordarwinischer Zeit gebildet worden sind, heute ihren Sinn völlig verloren haben und daher ganz fallen zu lassen seien. Er glaubt, durch eine neue, voraussetzungslose Analyse der erkennbaren Unterschiede zwischen den Individuen zu einer objektiven, phänotypischen oder morphischen Klassifikation einer Flora kommen zu können. In Wirklichkeit wäre dieses Verfahren jedoch nichts anderes als eine mit dem heutigen Stand der Kenntnisse unternommene Wiederholung des Weges, auf dem die Systematik ihre Kategorien gewonnen hat. Daß das Ergebnis heute *wesentlich* anders sein wird, ist kaum anzunehmen. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die, die die Kategorien als überlebt und das System als zu formal und statisch ablehnen, nur diese negative Seite des Problems zu behandeln wissen. So fühlt auch STOJANOFF unter sich den Boden der Systematik durch die erschütternden Einwirkungen der Genetik und Zytologie wanken; er spricht von einer Krisis der Systematik (gemeint ist aber nur die Mikrosystematik polymorpher Sippen), die ihre Ursache darin habe, daß die systematischen Kategorien unbrauchbar geworden seien, aber: man kann sie nicht entbehren, weil sie durch nichts Besseres ersetzt werden können. Besonders kraß kommt dieser Gegensatz — System und Artbegriff sind unbrauchbar geworden, aber es gibt nichts Besseres — bei SILBERSCHMIDT zum Ausdruck. — Ist nicht doch gerade der Umstand, daß die systematischen Kategorien ohne theoretische und hypothetische Belastung rein aus der Anschauung gewonnen worden sind, die Ursache dafür, daß man sich zwar nicht

über sie aber doch mit ihnen verständigen kann und daß sie bis heute unentbehrlich und unersetzbar geblieben sind?

So betonen denn auch gegen GOOD die anderen Redner jenes Symposiums TURRILL, WILMOTT, R. R. GATES, BLACKBURN, WARBURG, BUTCHER, BRIERLY, RAMSBOTTOM und HILL übereinstimmend mehr oder weniger deutlich, daß die systematischen Kategorien, namentlich der Artbegriff, etwas zum Ausdruck bringen, was in der Natur existiert. Was dann Art, Unterart usw. genannt werden soll, kann nicht allgemein theoretisch, sondern nur in jedem Verwandtschaftskreis besonders entschieden werden. Betont wird von mehreren Rednern, besonders von WILMOTT, daß die Arten nicht nur nach Umfang und Grad und der Art und Weise der Unterschiede und Merkmale, sondern auch nach ihrer Entstehungsweise verschieden sind. Diese neue Erkenntnis kann aber nicht ein Aufgeben des Artbegriffs zur Folge haben, doch könnte man nach WILMOTTs Anregung die Entstehungsunterschiede durch ein dem Wort Spezies angefügtes Präfix kenntlich machen, wie das auch hier (Fortschr. Bot. 2, 48) vorgeschlagen wurde. — Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kommt auch RICKETT, der die Anwendung des Artbegriffes in polymorphen Gattungen diskutiert: Die taxonomischen Einheiten müssen auf den in der Natur gefundenen Ähnlichkeiten begründet bleiben und nicht auf ihrer Abstammung; aber es gibt verschiedene Typen von polymorphen Sippen, z. B. einfache Ökotypen, Gruppen mit Tausenden von sich kreuzenden Formen, Agamospezies.

Zu denselben Schlüssen berechtigen auch G. SCHLENKERS (2) Untersuchungen an den Sippen von *Veronica* sect. *Beccabunga* (vgl. auch unten S. 47, 59). Er erwägt, welche der von TURESSON (Cönospezies, Ökospezies, Ökotypus) und DANSER (Comparium, Commiscuum, Convivium) gebildeten Begriffe, auf diese Formenkreise anwendbar seien. Das ökologische Moment, das TURESSONS Begriffe kennzeichnet, verhindert ihre Anwendung auf diese Sippen, die nicht durch Biotypenauslese, sondern durch einen hohen Grad von Modifikationsfähigkeit verschiedene Standorte besiedeln können und von denen andererseits mehrere Rassen am gleichen Standort nebeneinander wachsen können, weil sie sich durch Autogamie konstant halten. DANSERS Begriffen Comparium und Convivium dagegen lassen sich wohl die größten (Artgruppen-) und kleinsten (Rassen-) Einheiten zuordnen und einzelne Arten auch dem Commiscuum; letzteres ist aber in den formenreichen Gruppen — wenigstens jetzt noch nicht möglich. Ebenso konnte auch ANDERSON (1) den Ökotypenbegriff nicht auf die Kolonien der nordamerikanischen *Iris virginiana* anwenden (vgl. unten S. 57). Das zeigt eben wieder (vgl. Fortschr. Bot. 2, 48), daß diese Begriffe zwar großen relativen Wert aber nicht die allgemeine Bedeutung haben, die dazu nötig wäre, die bisherigen systematischen Kategorien zu ersetzen. Das Wesen der Sippengliederung ist zu mannigfaltig und in jedem Verwandtschaftskreis wieder

anders. — HARLAND erörtert die genetische Konzeption der Art (n. v.). Und O. SCHWARZ (3) sucht eine schärfere Fassung des Artbegriffes durch Einführung der Zeitdimension in die Definition zu gewinnen.

Entstehung der Sippen. H. HAMSHAW THOMAS erwägt die Möglichkeit, daß kosmische Strahlen im Hochgebirge Mutationen auslösen könnten, ähnlich wie X-Strahlen im Experiment. Mehrere Gebiete großen Formenreichtums der Kulturpflanzen liegen in größeren Höhen; kleine aber gebirgsreiche Gebiete sind sehr artenreich (z. B. Costarika hat etwa 6000 Arten, obwohl es geologisch sehr jung ist). In großen Gattungen, wie z. B. *Primula*, sind die Ebenenarten wenig, die Gebirgsarten aber sehr zahlreich. Gebirge sind oft reich an jungen Endemiten (Neuseeland, Kalifornien, Inseln). Auch der plötzliche Florenwechsel ohne Klimaänderung in den geologischen Zeiten hängt vielleicht mit starker Gebirgsbildung zusammen (obere Kreide und Eozän in Nordamerika). Die gleichen geographischen Erscheinungen könnten nach SAX (1) aber auch durch Temperaturschwankungen bewirkt worden sein. Er erhielt bei *Rhoeo discolor* durch plötzlichen Temperaturwechsel diploide Pollenkörner, so daß man annehmen kann, daß auch in der Natur Temperaturschwankungen eine der Ursachen der Polyploidie seien: nördliche und Gebirgsarten sind oft polyploid; viele polyploide Kulturpflanzen sind in Gebirgsgebieten entstanden; 5 von den 7 Zentren VAVILOVS liegen in erheblicher Höhe.

Die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der Autopolyploidie wird von MÜNTZING ausführlich behandelt (n. v.). Außerdem liegen zu diesen Fragen mehrere Einzelarbeiten vor, die hauptsächlich die größere Lebenskraft dieser Sippen hervorheben. In der *Tradescantia-virginiana*-Gruppe sind die autotetraploiden Sippen nach ANDERSON und SAX kräftiger, lebensfähiger, haben eine längere Blütezeit, ein größeres Areal und sind weiter nördlich verbreitet als die meist südlicheren diploiden Sippen. Aber in dieser Gruppe hat die Autotetraploidie als solche keinen morphologischen Effekt und kann nicht direkt sippenbildend wirken. Aber sie isoliert die Sippen, da selbst Bastarde zwischen diploiden und tetraploiden Rassen derselben Art zu 50% steril sind. Genmutation muß der hauptsächlichste Entwicklungsfaktor in dieser Gruppe sein (vgl. unten S. 46, 57); sie hat durch die Isolierung besondere Aussicht, sich durchzusetzen und ist zudem nach LINDSTROM in polyploiden Sippen besonders häufig. — In der Gruppe der *Stellaria media* sind die beiden noch in natürlichen Formationen vorkommenden und nicht sehr weit verbreiteten *St. neglecta* und *St. apetala* nach PETERSON diploid ($2n = 22$), die nur auf Kulturland aber über die ganze Erde verbreitete *St. media* dagegen tetraploid ($2n = 42-44$). — Nach R. BEATUS (1) sind auch in der *Agrestis*-Gruppe von *Veronica* sect. *Alsinebe* die autotetraploiden Arten weiter nördlich verbreitet als die diploiden. — In *Spiraea* (Grundzahl 9) sind nach SAX (2) die altweltlichen Arten frühblühende Diploide,

die neuweltlichen spätblühende Tetraploide. Ähnlich verhalten sich nach ihm auch *Malus* und *Rosa*, nicht aber z. B. *Prunus* und andere Europa und Nordamerika gemeinsame Gattungen. — Nach WHITAKER und STEYERMARK bewohnen die diploiden Arten von *Grindelia* ($n = 6$) geologisch ältere, die tetraploiden ($n = 12$) geologisch jüngere Gebiete. — ROHWEDER sucht nachzuweisen, daß in Schleswig-Holstein auf kalkhaltigen Standorten die polyploiden Arten weitaus überwiegen (bis zu 95%), während manche kalkarme Standorte fast ausschließlich von Diploiden besiedelt werden. Er führt auch das auf die größere Konkurrenzfähigkeit der Polyploiden auf Kalkböden zurück.

Die Rolle der Bastardierung für die Artbildung ist in mehreren wildwachsenden Artgruppen geprüft worden, so von RENNER bei den wilden Önotheren Norddeutschlands. Die Kreuzung *Oenothera* (*biennis* × *ammophila*) *albipercurva*, die er bei Jüterbog in größeren Beständen fand, ergibt eine kräftige, sehr fruchtbare konstante neue Sippe, die, wie RENNER sagt, sowohl vom Standpunkt des Systematikers wie von dem des Genetikers als neue Art anzusprechen ist. Der reziproke Bastard dagegen ist wenig fruchtbar und daher nur eine ephemere Erscheinung, aber seine Rückkreuzung kann konstante neue Sippen ergeben, die wie Varietäten von *O. ammophila* wirken. Ähnlich der *O. albipercurva* hat bei Danzig die Kreuzung *O. rubricaulis* × *Bauri* eine konstante neue Art *O. Wienii* Renner gebracht. Neben diesen Bastardierungen hat auch bei den wilden Önotheren Norddeutschlands die Mutation neue, als Varietäten angesprochene Sippen geschaffen, die sich z. B. in Farbmerkmalen unterscheiden. — Bei der Bildung der nordamerikanischen Wildformen von *Tradescantia* hat die Bastardierung nach ANDERSON und SAX keine, die Mutation dagegen eine große Rolle gespielt (vgl. unten S. 46, 57). Um den morphologischen Effekt der Bastardierung in einer wilden Population genauer erfassen zu können, hat ANDERSON (2) eine einfache mathematische Methode entwickelt, die die Dynamik der Hybridisierung und ihre Wirkung in der ganzen Population darzustellen ermöglicht. Die ökologisch verschiedenen Arten *Tradescantia virginiana* (Schattenpflanze) und *T. canaliculata* (Lichtpflanze) haben erst durch die Vernichtung der natürlichen Vegetation mehr Gelegenheit zum Bastardieren erhalten. Dabei geht gewöhnlich *T. canaliculata* in dem Bastardschwarm auf, während *T. virginiana* sich daneben ziemlich rein erhalten kann. Die meisten Bastarde ähneln mehr der *T. canaliculata*; Rückkreuzungen mit dieser scheinen also häufiger zu sein als mit *T. virginiana*.

ANDERSON (1) führt in einer sehr interessanten Arbeit über das Artproblem in der Gattung *Iris* den Nachweis, daß die heute eine gute, scharfungrenzte Art mit eigenem Areal darstellende nordamerikanische *Iris versicolor* L. ($2n = 108$) ein durch Chromosomenverdoppelung konstant gewordener Bastard zwischen *Iris virginica* L. ($2n = 70-72$) und

I. setosa Pall. ($2n = 38$) sein muß. Aus der Arealgestaltung ergibt sich, daß der Ursprung dieser amphidiploiden Art prä- oder interglazial sein muß. *I. versicolor* steht morphologisch so zwischen den beiden mutmaßlichen Elterarten, daß sie infolge der großen Chromosomenzahl der *I. virginica*, für die selbst wieder amphidiploide Entstehung wahrscheinlich ist, etwas stärker angenähert ist als der *I. setosa*; daher erinnert *I. versicolor* in mancher Beziehung an *I. virginica*, nie aber diese an *I. versicolor* (ANDERSON nennt das einseitige Beziehung). Sehr hübsch gelang ihm aus einigen Merkmalen der *I. versicolor*, die bei keiner der Elterarten bekannt waren, die Voraussage, daß innerhalb der *I. setosa* eine Sippe mit diesen Merkmalen existieren müsse: er fand eine solche Sippe in Zentralalaska mit gestielten Blüten, häutigen Brakteen und verzweigter Infloreszenz, var. nov. *interior* Anders. (vgl. auch unten S. 57). — J. PERCIVAL gibt einen neuen amphidiploiden, fruchtbaren, konstanten Artbastard bekannt: *Aegilops ovata* \times *Triticum turgidum* var. *iodurum* ($2n = 56$). — BÖKER, Artumwandlung durch Umkonstruktion, Umkonstruktion durch aktives Reagieren der Organismen (n. v.).

Wesen der Sippen. Merkmale, die unabhängig voneinander — ohne also eine gemeinsame Abstammung anzuzeigen — in gleicher Weise in verschiedenen Gattungen vorkommen, nennt BUXBAUM Tendenzmerkmale. Der alte Ausdruck „Polyphylye der Merkmale“ und ebenso VAVILOVS „parallele Variation“ oder „Variation in homologen Reihen“ beziehen sich im Grunde auf die gleiche Erscheinung. Eingehender hat DIELS (3) dieses Verhalten bei einer ganzen Familie, den *Anonaceae*, untersucht. Aus dem Vorkommen paralleler Variation sind von den Autoren zwei verschiedene Folgerungen gezogen worden. VAVILOV folgert, daß die Sippen, Gattungen, Arten usw. außer den variierenden, sie ja nicht unterscheidenden, auch einen Komplex ihnen eigentümlicher Merkmale besitzen müßten, in denen sie verschieden sind: die Radikale. Das aber ist, wie DIELS (3) zeigt, durchaus nicht allgemeingültig; die einzelnen Sippen verhalten sich vielmehr in ihrem Aufbau grundverschieden. Bei den *Anonaceae* z. B. stellen die etwa 90 Gattungen mannigfaltige Kombinationen derselben variierenden Merkmale dar, während ein Radikal durchaus fehlt. Andererseits ist aber auch die zweite Folgerung, daß die variierenden Merkmale auch eine netzförmige Verknüpfung der sie tragenden Sippen erweisen, so daß mit HAYATA jedes der daraus möglichen klassifizierenden Systeme gleichberechtigt sei, verfehlt. Denn man kann bei Berücksichtigung der geographischen Verbreitung der Merkmale sehr wohl das System erkennen, das den natürlichen Verhältnissen entspricht, also das phyletische System. Daraus ergibt sich für die scheinbare Willkür der Kombinationen bei den *Anonaceae* die Ordnung, daß sich zuerst die Differenzierung im Gynaeceum von Apokarpie zur Synkarpie, und zweitens eine solche der Petalen von runder Form zur länglichen und ferner zur Dimorphie der beiden Kreise vollzog und

daß dann drittens die Reduzierung und Fixierung der Zahl der Sporophylle und der Samenanlagen folgte. Zu diesen drei wichtigsten Variationsrichtungen kommen dann noch zahlreiche weitere, die sehr diffus auftreten und zur stärkeren Ausgestaltung der Familie erheblich beitragen; ihrem Wert nach sind sie bald Gattungsmerkmale, bald liegen sie im Bereich einer Gattung — je nach subjektiver Auffassung! Dabei ist aber interessant, daß selbst so extreme Erscheinungen, wie Pendelblütigkeit, Kauliflorie und Flagelliflorie ganz ohne Zusammenhang mit den Verwandtschaftsverhältnissen hier und da in der Familie auftreten, daß also auch diese wie die anderen Merkmale zu den potentiell ubiquitären Anlagen der Familie gehören müssen. Ob diese Anlagen potentiell stets überall vorhanden bleiben oder ob sie den einzelnen Entwicklungslinien nach und nach verlorengehen, bleibt ungewiß; manches spricht bei den *Anonaceae* für die zweite Alternative. — Auch RICKETT betont, daß die einzelnen Gattungen sich sehr verschieden verhalten, und daß daher in jeder wieder anders verfahren werden muß.

Phylogenetische Beziehungen der größeren Einheiten.

Methodisches. LAM (1) vergleicht in einer interessanten methodischen Studie die Stammbaumschemata, mit denen die einzelnen Autoren ihre Ansichten über den phylogenetischen Zusammenhang der Sippen zur Anschauung gebracht haben, um daraus eine ideale Form eines dreidimensionalen Stammbaumes als Zeit-Globus-Oberfläche abzuleiten. Darin soll jede Einzelheit, wie Ausdehnung und Richtung der Linien usw. eine bestimmte Bedeutung haben. Ob man aber die auszu-drückenden Tatsachen immer feststellen kann?

In einer anderen Arbeit erörtert LAM (2) die Bedeutung, die die Untersuchung der Phylogenie der Einzelmerkmale in Verbindung mit ihrer geographischen Verbreitung für die Phylogenie der Sippen hat, und zeigt die Ergebnisse an dem Beispiel der malesischen *Sapotaceae-Madhucaeae*. — Auch O. SCHWARZ (3, 5) hat sich in seiner Monographie der europäisch-mediterranen Eichen zur Erfassung und Wertung der unterscheidbaren Sippen wesentlich der Methode der vergleichenden Feststellung der Verbreitung der Einzelmerkmale und der Merkmalsgruppen bedient. Vgl. hierzu auch DIELS (2) oben S. 35.

Stämme. ENGLERS Syllabus der Pflanzenfamilien ist von DIELS (1) in neuer Auflage herausgegeben. ENGLERS System der Phanerogamen, das ja die morphologische Stufenfolge zum Ausdruck bringen soll, ist — abgesehen von zahlreichen Ergänzungen und Umordnungen in Einzelheiten — unverändert erhalten geblieben, „da die neugewonnenen Erkenntnisse die Leitmotive seines Phanerogamensystems nicht erschüttern“. Wesentlicher sind die Änderungen bei den Kryptogamen. Als neue V. Abteilung sind die in der vorigen Auflage noch bei den *Chloro-*

phyceae untergebrachten *Heterocontae* aufgenommen. Das System der *Myxomycetes* ist umgestaltet. *Geosiphon* (bisher bei den *Chlorophyceae*) ist als eigene Unterklasse *Phycolichenes* von noch unsicherer systematischer Stellung zu den Flechten gewandert. Bei den *Phycomycetes* sind die Reihen und Unterreihen zu Unterklassen und Reihen erhöht worden. Die *Ascomycetes* leitet jetzt die neue Reihe der *Spermophthorales* ein. Bei den *Musci*: *Bryales* sind die Reihen *Acrocarpi* und *Pleurocarpi* aufgegeben und das System von FLEISCHER endgültig angenommen worden. Ganz umgestaltet ist das System der *Pteridophyta*: 1. Klasse *Psilophytinae*, 2. *Articulatae*, 3. *Lycopodiinae*, 4. *Psilotinae*, 5. *Isoetinae*, 6. *Filicinae*. Bei den Dicotyledonen sind als neue Reihen aufgestellt worden die *Hydrostachyales* (nach den *Piperales*), die *Podostemonales* (nach den *Urticales*) und die *Balanophorales*.

Protoascineae. GUILLIERMONT faßt zusammen, was über die Sexualität der Hefepilze bekannt ist und berichtet über eigene Untersuchungen an *Saccharomycodes Ludwigii* und *Saccharomyces paradoxus*. Die Askosporen der letzteren können zu haploiden Zellen auskeimen, die kopulieren und eine Zygospore bilden. Man kann nunmehr bei den *Saccharomycetaceae* drei Gruppen mit verschiedenen Entwicklungsphasen unterscheiden: 1. Haplobionten mit Konjugation vor der Askusbildung (*Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Debaryomyces*, *Nadsonia*; sie stehen den *Endomycetaceae* nahe); 2. Diplobionten mit Konjugation in den Askosporen (*Saccharomycodes*); 3. Intermediäre mit Konjugation in den ersten haploiden Zellsprossungen der Askosporen, seltener in den Askosporen selbst (*Saccharomyces*; sie ähneln darin den *Taphrinaceae*). Durch die letzteren ist so die Verwandtschaft mit den *Taphrinaceae* (*Exoascaceae*) erwiesen. Die *Protodiscineae*, *Protoascineae* und *Saccharomycetineae* sollten daher zu einer Gruppe *Protoascineae* zusammengefaßt werden. Andererseits nähert sich diese Gruppe nun aber auch den *Ustilaginales*. An den Ausgangspunkt der *Protoascineae*, die GUILLIERMONT als primitiv ansieht, setzt er *Dipodascus* und führt von hier eine Entwicklungslinie über *Endomyces* zu *Schizosaccharomyces* und eine zweite über *Eremascus* einmal zu den *Taphrinaceae* und zweitens über *Endomycopsis* in zwei Linien zu *Zygosaccharomyces* und über *Saccharomycodes* zu *Saccharomyces*.

Uredinales. CUMMINS untersucht die phylogenetische Bedeutung der Poren der Uredosporen. Die Entwicklung geht von zerstreuter Anordnung mehrerer Poren zur äquatorialen Anordnung weniger Poren und ist verbunden mit der Färbung der Sporenwand und der Reduktion der Peridien und Paraphysen. — HUNTER findet bei einer vergleichenden Untersuchung der Spermogonien der *Melampsoraceae*, daß sie nicht nur zur Charakterisierung der Arten und Gattungen brauchbar sind, sondern auch helfen können, die Beziehungen zwischen den Gattungen zu klären.

Protobasidiomycetes. G. L. BAKER gibt bemerkenswerte Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Helicogloea* Patouillard (= *Saccoblastia* Möller) und erörtert die Verwandtschaftsverhältnisse der *Auriculariaceae*.

Autobasidiomycetes. SINGER (1) beleuchtet die Phylogenie der *Agaricales*, die er an die Gastromyceten anschließt, und erörtert die Beziehungen der Familien zueinander und stellt Familien und Gattungen in analytischen Übersichten zusammen. In einer zweiten, an Einzelheiten reichen Studie zur Systematik der Basidiomyceten erörtert SINGER (2) die Grenzen und die Natürlichkeit vieler Gruppen und Gattungen insbesondere auch durch stärkere Heranziehung bisher weniger benutzter Merkmale. Er gibt dabei u. a. analytische Übersichten über die hellsporigen *Agaricaceae*, über die Gattungen der *Marasmioideae* und über die europäischen Arten der Gattung *Agrocybe* Fayod. — *Gastromyceteae*. ULBRICH trennt die Gattungen *Battarraea* Persoon und *Sphaericeps* Welw. et Currey von den *Tulostomataceae* als besondere neue Familie *Battarraeaceae* ab: Peridien durch Querriß sich öffnend; Gleba gekammert; Basidien mit 4 endständigen Sterigmen; Capillitien fehlend. — ED. FISCHER gibt neue Beiträge zur Kenntnis der Verwandtschaftsverhältnisse der Gastromyceten, indem er die seit seiner zusammenfassenden Bearbeitung der Gruppen in den Natürlichen Pflanzenfamilien (1933) bekannt gewordenen neuen Tatsachen kritisch prüft.

Algae. Etwas spekulative Hypothesen über die phylogenetischen Zusammenhänge der Algen untereinander gibt JOSEPHINE TILDEN in einem Buch über diese Klassen; ihr System: *Cyanophyceae*, *Rhodophyceae*, *Phaeophyceae*, *Chrysophyceae*, *Chlorophyceae* soll die Lichtverhältnisse der geologischen Epochen, in denen die einzelnen Klassen entstanden sind, widerspiegeln.

Phaeophyceae. HAGEN erörtert das System der *Phaeophyceae* und schließt sich an die von SETCHELL und GARDNER gegebene Einteilung in *Phaeosporeae*, *Aplanosporeae* und *Cyclosporeae* an. — *Bangiales*. W. VISCHER hat *Porphyridium* eingehend untersucht und bestätigt ihre Zugehörigkeit zu den *Bangiales*; sie kann nicht als Bindeglied zwischen den *Bangiales* und *Cyanophyceae* aufgefaßt werden.

Musci. *Dicranaceae*. REIMERS klärt mehrere Gattungen der südlichen Halbkugel, die bald für *Dicranaceae* oder *Seligeraceae* bald für *Grimmiaceae* gehalten worden sind. Er zeigt, daß die *Seligeraceae* nicht als eigene Familie gehalten sondern als Unterfamilie *Seligeroideae* neben die *Dicranoideae* zu den *Dicranaceae* gestellt werden müssen. *Verrucidens* Card., mit der ein Teil von *Blindia* subgen. *Pseudodicranoweisia* zu vereinigen ist, und die monotypische Gattung *Camptodontium* Dus., zu der auch *Bryopteris* Thér. gehört, sind zu den *Dicranoideae* in die Nähe der verwandten Gattung *Dicranoweisia* zu stellen. *Hymenoloma* Dus. ist dagegen eine echte *Dicranoweisia*.

Tracheophyta. A. J. EAMES faßt die Gefäßpflanzen als *Tracheophyta* zusammen und teilt sie in vier Gruppen: *Psilopsida*, *Lycopsida*, *Sphenopsida* und *Pteropsida*.

Coniferae. In einer inhaltsreichen vergleichend morphologischen Studie führt HIRMER die Homologisierung der Organteile der Coniferenblüten (Zapfen) durch: Ableitung der Frucht- und Deckschuppe von dem fruchtbaren, schildförmigen und dem sterilen Abschnitt eines serial gespaltenen Megasporophylls. Das gibt auch systematisch wichtige Ausblicke. Am mannigfaltigsten sind die *Taxodiaceae*; von ihnen aus lassen sich die fossilen *Cheirolepidaceae* und die *Podocarpaceae* und *Araucariaceae*, zweitens ebenso die *Pinaceae* und drittens auch die *Cupressaceae* morphologisch leicht verstehen; und die *Cephalotaxaceae* und *Taxaceae* lassen sich wieder an den *Podocarpaceae* messen.

Monocotyledoneae-Dicotyledoneae. Die Ähnlichkeiten im Fruchtknotenbau der *Ranunculaceae* (peltat) und der *Alismataceae* (epeltat) sind nach ERNA EBER Konvergenzen. Für eine Ableitung der *Helobiae* kommen eher die *Nymphaeaceae* (beide mit laminal-lateraler Plazentation) in Frage.

Potamogetonineae. Stellung und Gliederung der einfacheren *Helobiae* hängt von der morphologischen Natur ihrer Blütenorgane und von der Frage ab, ob sie primär einfach oder reduziert sind. Durch eingehende vergleichende Untersuchung aller Gattungen hat MARKGRAF diese bisher ungeklärten Fragen gelöst und das System der Gruppe auf eine sichere Basis gestellt. Es zeigte sich, daß bei vielen Gattungen die Glieder der sog. Blütenhülle untere Konnektivanhängsel sind, und zwar die „Hüllblätter“ von *Potamogeton* und *Triglochin* so gut wie die „Deckblätter“ von *Lilaea*; auch bei *Posidonia* sind sie als solche unverkennbar und von dieser Gattung aus erhellt, daß auch die *Retinacula* von *Phyllospadix* und *Zostera* Konnektivanhängsel sind. So ergibt sich eine im Wesen sehr einheitliche Familie der *Potamogetonaceae*, die den größeren Teil der *Scheuchzeriaceae* mit einschließt. Das vollständigste Diagramm dieser Familie (*Triglochin*) kann leicht an *Aponogeton*, die noch echte Tepalen besitzt, angeschlossen werden. Das schon bei *Aponogeton* einsetzende Schwinden der hinteren Blütensektoren ist als Entwicklungsrichtung bei den *Potamogetonaceae* weiter stark ausgeprägt, bis nur noch der vordere Sektor übrigbleibt (*Lilaea*; *Zostera*, bei der ein Stamen und der darüber stehende Fruchtknoten eine Blüte bilden). Die *Potamogetonineae* sind also als reduzierte Gruppe über die *Aponogetonaceae* von den *Alismataceae*, die an den Anfang der *Helobiae* zu stellen sind, ableitbar; die verlorene Blütenhülle ist korrelativ durch Konnektivanhängsel ersetzt. Die *Potamogetonaceae* gliedern sich in drei Tribus: die radiären *Triglochineae* (*Triglochin*, *Tetroncium*, *Maundia*; Fruchtblätter in fester Zahl, Samenanlagen aufsteigend, umgewendet) und *Potamogetoneae* (*Potamogeton*, *Ruppia*) und die durch Schwinden der hinteren

Sektoren zygomorphen *Zostereae* (*Lilaea*, *Posidonia*, *Zostera*, *Phyllospadix*). — Die getrenntgeschlechtlichen, zymösen *Zannichellieae* (männliche Blüten frei) und *Cymodoceae* (männliche Blüten paarweise rückwärts verwachsen) gehören zu den *Najadaceae*, bei denen noch eine becherförmige oder dreiteilige Blütenhülle vorkommt. Sie bleiben als eigene Tribus neben den *Najadeae* (männliche Blüten einzeln oder paarweise völlig verwachsen) bestehen. — *Scheuchzeria*, die die einzige Gattung der *Scheuchzeriaceae* bleibt, hat eine echte Blütenhülle; sie wird aus diesem Verwandtschaftskreis ausgeschieden, zeigt dagegen Beziehungen zu den primitiven *Liliaceae*, die sie mit den *Alismataceae* verbindet.

Gramineae. PRAT (1) legt eine interessante Studie über das System der *Gramineae* vor, indem er neben den morphologischen auch die anatomischen Merkmale für die Gesamtgliederung der Familie weitgehend berücksichtigt. Dadurch kommt er zur Aufstellung von vier Unterfamilien. Die beiden Hauptgegensätze sind die *Festucoideae* (Epidermis einfach; nie zweizellige Haare; Kieselzellen rundlich oder länglich; Blattparenchym nicht strahlig; starke innere, schwache äußere. Sklerenchymscheide; erstes Blatt schmal; Chromosomen lang, Multiple von 7; vgl. auch PRAT [2]) und *Panicoideae* (Epidermis gegliedert; zweizellige Haare; Kieselzellen eingebuchtet; Blattparenchym radial; schwache innere, starke äußere Sklerenchymscheide; erstes Blatt breit; Chromosomen kurz, Multiple von 5,6 oder 9). Aus den zu den *Festucoideae* gehörenden Triben der *Festuceae*, *Agrostideae*, *Aveneae* und *Hordeae* werden einige Gattungsgruppen zu den *Panicoideae* überführt. Weiter werden neben den *Panicoideae* auch die *Chloridoideae* als eigene, in Einzelheiten von jenen abweichende Unterfamilie angenommen. Die vierte Unterfamilie schließlich, die *Bambusoideae*, enthält Merkmale von den 3 anderen Unterfamilien und muß daher als primitiv und als Ausgangspunkt der Familie angenommen werden. PRAT gibt auch analytische Übersichten über die Triben der 4 Unterfamilien.

Liliaceae. BUXBAUM trennt nach sehr eingehender morphologischer Untersuchung die mit einer Knolle oder Zwiebelknolle versehenen Gattungen der *Melanthioideae* von diesen als neue Unterfamilie *Wurmbaeoideae* ab; das sind die bisherigen Tribus *Anguillarieae*, die *Colchiceae* und 3 Gattungen der *Uvularieae* (*Gloriosa*, *Litonia*, *Sandersonia*). Er gliedert diese Gruppe neu in 6 je 1—3 Gattungen umfassende neue Tribus und versucht einen Einblick in deren mutmaßlichen Entwicklungsgang zu gewinnen, der von den als primitiv angenommenen hemisynkarpen und mit zymöser Infloreszenz versehenen *Wurmbaeae* und *Neodregeae* zu den *Glorioseae* und *Iphigenieae* führt. Von letzteren leitet er die *Lilioideae* (z. B. *Gagea*) ab.

Salicales-Aristolochiales-Balanophorales. Serologisch reagierten die *Balanophoraceae* und *Rafflesiaceae* nahe mit *Salix* und *Batis*. Nach dem Irreversibilitätsgesetz ist es aber, wie MEZ zu zeigen ver-

sucht, nicht möglich, daß sich aus den kleinen, sekundär windblütigen Blüten der *Salicaceae* die große einfache Blüte einer *Rafflesia* entwickelte; wohl aber könnte aus einer Vereinigung mehrerer kleiner Blüten ein blütenähnliches Cyathium entstehen. Durch Homologisierung der Blumenblätter und der Involukralbrakteen leitet MEZ im Anschluß an BITZEK die Blüte von *Rafflesia*, *Rhizanthus* (*Brugmansia*) und *Hydnora* als Cyathium von den Kolben der *Balanophoraceae* *Langsdorffia* und *Thonningia* ab. Verarmung des *Rafflesia*-Cyathiums führt dann über *Mitrastemon* zu *Cytinus*. Die männliche Blüte von *Cytinus* deutet er als Cyathium aus 8 verwachsenen, nackten, monandrischen Blüten. Das Ovar von *Rafflesia* sei durch Verschmelzung ganz kurz verzweigter, sehr reduzierter Blütenstände von *Langsdorffia* abzuleiten. Ein geistreiches Gebäude auf schmaler Basis; denn es fehlen trotz allem die wirklichen Zwischenstufen zwischen den Blütenständen der *Balanophorales* und den Blüten der *Rafflesiaceae* und *Hydnoraceae*.

Celastraceae. Die Gattungen *Lophopetalum* (Wight) Loes., *Solenospermum* Zoll., *Peripterygia* (Baill.) Loes. und *Kokoona* Thwaites faßt LOESENER als besondere neue Tribus *Lophopetaleae* zusammen: Samen abgeplattet, ringsum oder einseitig geflügelt.

Malvales. EDLIN erörtert Umfang und Einteilung der Gruppen der *Malvales* und ihre phylogenetischen Beziehungen. Die *Chlaenaceae* werden aus der Reihe entfernt; die *Elaeocarpaceae* den *Tiliaceae* einverleibt; die *Sterculiaceae* auf die *Sterculieae* beschränkt und der andere Teil als eigene Familie *Buettneriaceae* konstituiert. *Gonystylus*, die DOMKE in die *Thymelaeaceae* einschließt (Fortschr. Bot. 4, 65) und damit den Anschluß dieser Familie an die *Malvales* gewinnt, stellt EDLIN zu den *Scytopetalaceae*. Diese und die *Tiliaceae* sind nach ihm die primitivsten Familien der Reihe. Von den *Tiliaceae* leitet er in drei unabhängigen Entwicklungslinien die *Sterculiaceae*, *Buettneriaceae* und *Bombacaceae* ab, und von den letzteren die *Malvaceae*. — Nach BAEHNI gehört *Goethalsia* Pittier zu den *Bixaceae* (Schleimgänge).

Theaceae. AIRY-SHAW versucht das morphologische System der *Theaceae* mit älteren anatomischen Ergebnissen in Einklang zu bringen und kommt dadurch zu einer neuen Gliederung in die beiden Unterfamilien *Camellioideae* (Antheren versatil) und *Ternstroemioideae* (Antheren basifix) und zu einer neuen Umgrenzung der Triben und der zum Teil neuen Subtriben der *Camellioideae*.

Primulaceae-Caryophyllaceae-Polemoniaceae. G. E. DOUGLAS untersucht die Blütenanatomie der *Primulaceae* und schließt aus der inversen Lage der Gefäßbündel der Zentralsäule und der bei mehreren Gattungen beobachteten Fächerung am Grunde junger Fruchtknoten, daß die freie Zentralplazenta aus den verwachsenen Karpellrändern durch Verkümmern der Septen entstanden ist — wie bei den *Caryophyllaceae*, mit denen die *Primulaceae* ja oft in Verbindung gebracht

werden. — I. DICKSON kommt zu demselben Ergebnis, aber er führt die formale Linie noch weiter von den *Ranunculaceae* über die *Geraniaceae* zu den *Caryophyllaceae* und weiter zu den *Primulaceae*. — M. L. DAWSON leitet auf derselben Basis auch die *Polemoniaceae* von den *Caryophyllaceae* ab.

Sapotaceae. LAM (2) zeigt, wie die *Eumadhucae* auf dem ehemaligen Sundaland entstanden sind und dann nach Osten und Westen wandernd durch Reduktion der Karpelle sich differenziert haben.

Auswertung von Einzelmerkmalen für das System.

Anatomie. Pollen. Seit HUGO FISCHERS Arbeit widmet jetzt WODEHOUSE (1) den Verschiedenheiten des Pollens zum ersten Male wieder eine umfassende Darstellung. Er gibt einen Bestimmungsschlüssel für die Familien nach den Pollenkörnern und behandelt die Familien (manche fehlen noch ganz) in systematischer Reihenfolge. Dabei gibt er stets Bemerkungen über die möglichen systematisch-phylogenetischen Zusammenhänge, die manchmal wohl etwas weitgehend, oft aber interessant und beachtlich sind. Er zeigt z. B., wie von dem breitfurchigen Pollen von *Cycas* oder *Ginkgo*, der wieder durch Reduktion des Prothalliumgewebes und die Entstehung der Keimfalte auf die *Cordaitales* und *Cycadofilices* zurückgeführt werden kann, nicht nur die Pollentypen der Coniferen, sondern auch der mit einer schmälere Spalte versehene Pollen der *Palmae* einerseits und der von *Magnolia* andererseits ableitbar gedacht werden kann. Diese konstante Keimfalte des einfaltigen (monokolpaten) Pollens sieht WODEHOUSE als Homologon der Eintrocknungsfalte der triradiaten Pteridophyten-spore an. In beiden Fällen liegt die Spalte an der distalen Seite des Kornes. Daher sieht er nicht nur die *Magnoliaceae* innerhalb der *Dicotyledoneae* sondern auch die *Palmae* unter den *Monocotyledoneae* als sehr primitiv an. Der mehrfaltige (trischistoklasische) Pollen der *Dicotyledoneae* ist prinzipiell anders gebaut; denn hier treten die Falten im Gefolge der Berührungsflächen in der Tetrade am proximalen Ende des Pollenkornes auf. Überbrückt werden die Gegensätze zwischen dem monokolpaten und dem trischistoklasischen Pollen aber, und zwar nur bei den *Magnoliaceae*; denn hier vereinigen die *Schizandreae* *Kadsura* und *Schizandra* beide Typen in einem Pollenkorn: ein dreistrahliger Kamm mit drei starren Falten dazwischen auf der proximalen und eine biegsame Falte auf der distalen Seite. Von diesem Typ sind die mannigfaltigen aber in ihrem Grundplan einheitlichen Dicotyledonenpollen leicht ableitbar. Die Pollen der windblütigen Phanerogamen und ebenso die einfachen Pollen der *Najadaceae* sieht er als abgeleitet an. — Soweit WODEHOUSE'S Ableitungsreihe in den Gymnospermen liegt, wird sie von FLORIN, der den Pollen der *Cordaitales* eingehend untersucht, in wesentlichen Punkten berichtigt. Dieser Pollen ist dem mancher Gattungen der *Pinaceae* besonders äh-

lich, hat aber mit dem der *Bennettitales* und *Cycadales* nicht viel zu tun. Auch gibt es schon Pteridospermen mit einfaltigem Pollen. — In einer besonderen Arbeit behandelt WODEHOUSE (2) den Pollen der *Ranunculaceae* und gibt eine analytische Übersicht. Die Familie hat ihre eigene Pollenform, deren phylogenetische Bedeutung darin liegt, daß sie sich ähnlich nur bei primitiven Monocotyledonen wiederfindet. Auch KUMAZAWA schildert die verschiedenen Pollentypen der *Ranunculaceae*, *Lardizabalaceae* und *Berberidaceae*. Bei *Anemone*, *Ranunculus* und *Clematis* wechselt die Pollenform innerhalb der Gattung, bei den übrigen Gattungen ist sie konstant. — In einer weiteren Arbeit zeigt WODEHOUSE (3), daß die Pollenform der *Alismataceae*, die ziemlich einheitlich ist und der der *Butomaceae* und *Hydrocharitaceae* ähnelt, von dem einfaltigen Pollen der höheren *Monocotyledoneae* aber sehr verschieden ist, leicht als eine Weiterentwicklung des Ranunculaceenpollens aufgefaßt werden kann.

POSTHUMUS zeigt in einer Zusammenstellung, wie die aus anatomischen Merkmalen abgeleiteten Beziehungen innerhalb der *Polypodiaceae* mit dem neuen morphologischen System von CHRISTENSEN gut übereinstimmen. — PEIRCE: systematische Anatomie der *Taxodiaceae*. — FULLING: Schlüssel der *Abies*-Arten nach anatomischen Merkmalen der Nadeln.

THERON findet in der Anatomie der Laubblätter der südafrikanischen *Aristida*-Arten (*Gramineae*) erhebliche Unterschiede, die er zu einem anatomischen Bestimmungsschlüssel der Arten zusammenstellen kann. — *Dioscoreaceae*. In einer sorgfältigen anatomischen Studie zeigt E. V. WATSON, daß *Trichopus*, die früher zu den *Aristolochiaceae* gestellt und erst von BECCARI zu den *Dioscoreaceae* überführt wurde, im ganzen mit den übrigen *Dioscoreaceae* übereinstimmt, daß aber manche Merkmale (einfache Endodermis, Gefäßbündelverlauf im Stengel, das Fehlen großer Siebröhren usw.) abweichen, so daß die Gattung auch anatomisch eine Sonderstellung in der Familie einnimmt.

FRANCEY (2) beginnt mit Untersuchungen über die systematische Verwendbarkeit der Spaltöffnungsapparate bei den *Dicotyledoneae* und beschreibt zunächst 34 verschiedene Typen. — Sehr eingehend stellt M. BROULAND die Anatomie der Blüten der *Ranunculaceae* dar und knüpft daran auch systematische und phylogenetische Bemerkungen. — M. CHAPMAN untersucht die Beziehungen der *Berberidaceae* und die Verwandtschaftsverhältnisse der Gattungen auf Grund der Karpellanatomie. — J. A. MOORE: Blütenanatomie der *Leguminosae*. — J. E. WEBBER: systematische Anatomie des Holzes der *Simarubaceae* mit Schlüssel für die Unterfamilien. — Eine von REEVES durchgeführte vergleichend-anatomische Untersuchung der Samen der *Malvaceae* ergab, daß die Gattungen *Gossypium*, *Thespesia* und *Ingenhousia* sich als besondere Gruppe von den übrigen Gattungen abheben durch vielschichtiges äußere

res Integument, anatrophe Samenanlagen, Vorhandensein von kristallführenden Geweben, Harzdrüsen und Gefäßbündeln im Integument. — H. F. MARCO: Schlüssel zum Bestimmen der Gattungen der *Rhizophoraceae* nach der Anatomie des Holzes. — L. LAVIER-GEORGE: systematisch-anatomische Studie über die Blattepidermis der Gattung *Philippia* (*Ericaceae*; Madagaskar) mit anatomischem Schlüssel.

Embryologie. *Liliaceae.* ROSALIE WUNDERLICH, die die generative Zelle und Kern der Pollenkörner vieler Liliaceen und einiger Amaryllidaceen untersuchte, fand Formunterschiede, die vielfach mit den Unterfamilien und Triben parallel gehen; so z. B. unterscheiden sich *Lilioideae* und *Scilloideae* erheblich in der Ausbildung des Pollenkornes. — Die bisher embryologisch nicht untersuchten *Capparidaceae* und *Tovariaceae* stimmen nach MAURITZON (2) gut mit der Reihencharakteristik überein. — *Geraniales-Sapindales.* WIGER untersucht die Embryologie der *Buxaceae*, *Meliaceae*, *Simarubaceae* und *Burseraceae* (n. v.). — Mehrere bisher weniger bekannte Familien dieser Reihen hat MAURITZON (3) embryologisch untersucht, um die Begrenzung der *Terebinthales* und *Celastrales* bestimmen und die Zugehörigkeit einiger Familien unsicherer Stellung entscheiden zu können. Die *Terebinthales* Wettstein sind (mit Ausnahme der embryologisch zu den *Celastrales* gehörenden *Coriariaceae*, *Cyrillaceae*, *Pentaphylacaceae* und *Balsaminaceae*) ziemlich einheitlich: Samenanlagen krassinuzellat, bitegmisch, dickes äußeres Integument, Deckzellen vorhanden, nukleares Endosperm; nur die *Tremandraceae* und *Trigoniaceae* haben kleineren Nuzellus und dickes inneres Integument. Embryologisch sind also in dieser Reihe keine Beziehungen zu den Sympetalen vorhanden. Dagegen zeigen die *Celastrales* solche Übergänge vom gut entwickelten Nuzellus der *Staphyleaceae*, *Salvadoraceae* und *Coriariaceae* zum tenuinuzellaten Typ der *Balsaminaceae*, *Stackhousiaceae*, *Cyrillaceae*, *Icacinaceae*; Verschmelzung der Integumente bei vielen Familien; nukleares und zelluläres Endosperm. Embryologisch lassen sich die *Oleaceae* (Gefäßbündel des Funikulus geht bis in das Integument, Endosperm erste Teilung durch Querwände) an die *Celastrales* anschließen. Im einzelnen erweisen sich embryologisch die *Coriariaceae* (Gefäßbündel im Integument, diese verwachsen wie bei *Salvadora*, *Ilex*, *Icacinaceae*), *Cyrillaceae* (tenuinuzellat, unitegmisch, Endosperm zellulär) und *Pentaphylacaceae* (dorsale Raphe), die WETTSTEIN zuletzt zu den *Terebinthales* stellte als *Celastrineae* Engler oder *Celastrales* Wettstein; das gilt auch für die *Balsaminaceae*. Außerdem werden viele systematische Einzelheiten berührt so, daß die Stellung der *Sabiaceae* ungeklärt bleibt, da sie morphologisch wie embryologisch sowohl an die *Menispermaceae* wie an die *Sapindaceae* erinnern; *Aitonia* ist von RADLKOFER mit Recht aus den *Sapindaceae* ausgeschieden und an die *Meliaceae* angeschlossen worden; *Ptaeroxylon* dagegen paßt embryologisch besser zu den *Sapindaceae*. — In einer besonderen Arbeit

führt MAURITZON (5) weiter aus, daß die *Celastraceae*, *Hippocrateaceae* und *Stackhousiaceae* embryologisch auffallend übereinstimmen. Die *Icacinaceae* (unitegmisch, fast tenuinuzellat) stehen den *Aquifoliaceae* am nächsten. Die *Aextoxicaceae* passen dagegen nicht in diese Gruppe. — *Malvales*. Nach MAURITZON (1) stimmen die *Elaeocarpaceae* embryologisch gut mit den *Tiliaceae* überein (z. B. äußeres Integument wächst kappenförmig über das innere; ebenso Bau der Samenanlage und des Nuzellus), nur wird der Nuzellus durch das Wachstum des Endosperms früher zerstört. — *Parietales*. Auch die Familien dieser Reihe untersucht MAURITZON (4) mit systematischen Ausblicken. Die *Begoniaceae* und *Datisceae* stehen sich auch embryologisch nahe. Die systematische Stellung der *Fouquieriaceae* ist umstritten. Sie standen früher bei den *Tamaricaceae*, wurden dann aber von REICHE zu den *Ebenales* gestellt. Embryologisch haben sie selbst Einzelheiten, die sie von anderen *Parietales* unterscheiden, gerade mit den *Tamaricaceae* gemeinsam (tenuinuzellat, zelluläres Endosperm, Haare auf der Samenanlage; ein dickes und langes inneres Integument haben sie mit den *Stachyuraceae* gemeinsam), so daß sie sich embryologisch gut in die *Parietales* eingliedern. Das bestätigt auch JOHANSEN. — Die *Bixaceae* und *Cochlospermaceae* stimmen auch in Einzelheiten miteinander überein. Ferner kommen die nahen morphologischen Beziehungen der *Flacourtiaceae* zu ihren Nachbarfamilien auch embryologisch zum Ausdruck. — *Lythraceae*. MAURITZON (6) untersucht mehrere Arten aus dieser Familie und macht auf Unterschiede innerhalb der Familie aufmerksam. Im ganzen schließt sich die Familie in Übereinstimmung mit früheren Befunden embryologisch an die *Oenotheraceae* an.

SOUEGES findet, daß die Embryoentwicklung bei den *Crassulaceae*, *Saxifragaceae* und *Hypericaceae* im ganzen übereinstimmt und sich nur in sekundären Merkmalen unterscheidet; er bringt sie weiter mit den *Caryophyllaceae*, *Cruciferae* und *Solanaceae* in Beziehung. SOUEGES nimmt ja an, daß sich aus den Zellen des vierzelligen Proembryos immer dieselben Organe des Keimlings entwickeln. Das soll innerhalb der Familien konstant, bei den einzelnen Familien aber verschieden sein, und diese Unterschiede sollen auch verwandtschaftliche Bedeutung haben. Nachprüfungen, die BHADURI bei den *Solanaceae* vorgenommen hat, bestätigen diese Ansicht aber nicht. Bei verschiedenen Arten und selbst innerhalb einer Art, z. B. bei *Physalis minima*, kann sich derselbe Teil des Keimlings aus verschiedenen Zellen des Proembryos entwickeln. Ähnliches fand BORTHWICK früher bei den *Umbelliferae*. SOUEGES Schlüsse auf die phylogenetischen Beziehungen der Familien (z. B. seine Vereinigung der *Umbelliferae* und *Solanaceae* zu einer Reihe der *Solanales*) sind daher wohl noch verfrüht.

Karyologie. *Hepaticae*. LORBEER: Chromosomenzahlen bei Lebermoosen.

Gymnospermae. FLORY ergänzt die bisher bekannten Chromosomenzahlen durch Mitteilungen über *Agathis* ($n = 13$), *Araucaria* ($n = 13$) und *Podocarpus* ($2n = 24, 38-40$). Er nimmt 3 Grundzahlen für die Gymnospermen an: 8 für die *Cycadales*, 7 für die *Gnetales* und 12 für *Gingko* ($n = 12$) und die *Coniferae* ($n = 12, 11, 10, 13, 19-20$). — FERNANDEZ fand unter 47 untersuchten Exemplaren von *Welwitschia mirabilis* ($2n = 42$) eine tetraploide ($2n = 84$)!

Gramineae. Nach zytologischen und genetischen Untersuchungen können sich KAPER und CHISHOLM nicht mit der Aufspaltung von *Sorghum* in viele Arten (vgl. unten S. 57) einverstanden erklären. *Sorghum versicolor* hat $n = 5$, *S. halepensis* $n = 20$; alle Kulturformen von *S. vulgare* und viele einjährige afrikanische Sippen mit *S. sudanense* haben $n = 10$. Die letzteren bastardieren stark und leicht miteinander. *S. versicolor* dagegen läßt sich mit keiner anderen Sippe kreuzen. Die Kreuzung *halepensis* \times *vulgaris* oder *sudanensis* gelingt selten und die Bastarde sind hochgradig steril. Nur diese drei Sippen *S. halepensis*, *vulgare* und *versicolor* sollten als Arten, die morphologisch unterscheidbaren Formen von *S. vulgare* aber nur als Unterarten gewertet werden. — M. SIMONET weist nach, daß *Agropyrum junceum* zwei geographisch gesonderte und auch morphologisch unterscheidbare Karyotypen enthält: eine an den atlantischen Küsten verbreitete mit $2n = 28$ und eine mediterrane subsp. *mediterraneum* Simonet mit $2n = 42$. Ähnlich verhält sich *Agropyrum elongatum*. Das eigentliche *A. elongatum* Host hat $2n = 14$ und ist eine Küstenpflanze; davon ist als *A. caespitosum* Koch eine kontinentale Sippe mit $2n = 70$ zu trennen.

Commelinaceae. Die Arten der Gattung *Tradescantia* haben nach ANDERSON und SAX $n = 6, 8, 12, 13, 16, 30, 35, 36, 65$ und andere Gattungen der Familie $n = 6, 8, 12, 13, 14, 18, 19, 24-34, 28, 32, 40, 45$. Größe und Form der Chromosomen wechseln; die Karyotypen der Gattungen und der stärker differenzierten Arten weisen ziemliche Unterschiede auf. Es kommen offenbar Autopolyploide, Allopolyploide, Aneuploide vor. In der sich um *Tradescantia virginiana* gruppierenden polymorphen Formengruppe haben sechs Arten $n = 6$ und ebenso viele $n = 12$; außerdem gibt es aber polyploide Rassen innerhalb der Arten, die morphologisch nicht erkennbar sind; eine diploide Art hat eine triploide und drei diploide Arten haben tetraploide Rassen. Polyploidien haben also ebenso wie in dieser Gruppe auch Segmentaustausch und Fragmentation direkt keine Differenzierung der Sippen zur Folge gehabt. Interessant ist ferner, daß sich die *Tradescantia virginiana* der europäischen Gärten im Laufe der 300jährigen Kultur in ihrem Chromosomensatz ziemlich stark von den amerikanischen Wildformen differenziert hat. ANDERSON und SAX warnen daher davor, zytologische Beobachtungen an Kulturpflanzen direkt auf die entsprechenden Wildformen zu übertragen.

Liliaceae. Nach G. M. WATKINS sind die Chromosomenzahlen ($n = 5$ lange und 25 kurze) in der Gattung *Yucca* sehr gleichförmig. Die systematischen Schlüsse, die aus der Ähnlichkeit des Karyotypus auf eine Vereinigung der *Dracaenoideae* und *Agavoideae* gezogen worden sind, sind verfrüht, da einmal noch viel zu wenig Arten untersucht worden sind und andererseits ähnliche Karyotypen auch sonst bei den *Liliaceae* und *Amaryllidaceae* vorkommen.

Iridaceae. Vgl. oben S. 34.

Caryophyllaceae. In der Gruppe der *Stellaria media* haben, wie D. PETERSON feststellt, die beiden morphologischen Extreme *St. neglecta* (10 Stamina, große Petalen) und *St. apetala* (= *St. pallida*; 1—3 Stamina, kleine oder keine Petalen) jede $2n = 22$. *St. media* dagegen $2n = 42, 44$ und vielleicht auch 40 und 38 (vgl. dazu auch NEGODI) und *St. neglecta* var. *grandiflora* und var. *Cupaniana* $2n = 44$. Die Chromosomenzahlen allein ohne Kreuzungsversuche können zur Klärung der Zusammenhänge dieser Sippen nur wenig beitragen. Dagegen setzen sie diese Gruppe (Grundzahl 11) in einen gewissen Gegensatz zu den übrigen Sektionen der Gattung und auch zu den anderen Arten der *Petiolares*, von denen PETERSON sie daher als besondere subsect. *Mediae* abtrennt, was auch morphologisch gerechtfertigt erscheint. Hier kommen die Grundzahlen 12 und 13 vor; auch *St. nemorum* hat $2n = 26$; *St. palustris* ist dekaploid ($2n$ ca. 130), die ihr sehr nahe-stehende *St. graminea* hat $2n = 26$; *St. uliginosa* hat $2n = 24$ und die nordische *St. calycantha* $2n =$ ca. 44—48. *St. bulbosa* mit $2n = 33$ ist wohl triploid. *Malachium aquaticum*, das manchmal zu *Stellaria* gestellt oder mit *St. nemorum* vereinigt wird, hat $2n = 28$ und fällt also auch in dieser Beziehung aus dem Rahmen der Gattung *Stellaria* heraus; sie läßt sich mit *St. media* und *neglecta* auch nicht kreuzen.

Resedaceae. Die Zahl der Chromosomen ist nach O. J. EIGSTI bei *Reseda* nach den Sektionen verschieden: *Resedastrum* $n = 6$ mit den Polyploiden 12 und 24; *Leucoreseda* $n = 10$; *Luteola* $n = 12$; *Glaucorreseda* $n = 14$.

Rosaceae. DERMEN findet, daß die in China weit verbreitete *Malus hupehensis* (Pamp.) Rehder eine triploide ($3n = 51$) gut fruchtende aber apogame Art ist; die männlichen und weiblichen Geschlechtszellen sind degeneriert; der Embryo entsteht aus der Eizelle eines aposporen Embryosackes. Sie ist ihrer Erscheinung nach eine gute, aber wahrscheinlich hybridogen-allopolyploide Art. Zuweilen scheint die triploide Eizelle befruchtungsfähig zu sein (mit haploiden Pollenkernen); denn unter den aus Samen gezogenen Keimlingen fanden sich einige tetraploide. Möglicherweise können auf diesem Wege neue Sippen entstehen.

Scrophulariaceae. In *Veronica* sect. *Beccabunga* haben nach SCHLENKER (2) *V. Beccabunga* $n = 9$ und die verwandte *V. americana* $n = 18$; sie lassen sich miteinander kreuzen. *V. anagalloides* $n = 9$ ist

mit *V. Beccabunga* nicht kreuzbar. *V. Anagallis* und *V. aquatica* mit $n = 18$ sind wahrscheinlich Autotetraploide.

Chemie. *Angiospermae*. MCNAIR untersucht die Phylogenie der Angiospermen auf chemischer Basis. Fette, Öle und Alkaloide sind bei den Pflanzen der gemäßigten Zone chemisch komplizierter aufgebaut als bei denen der Tropen. Innerhalb der Zonen aber geht die Kompliziertheit des Aufbaues parallel mit der Stellung der Familie im System und mit dem Grad der morphologischen Stufe, die die Familie erreicht hat. Die Monocotyledonen sind chemisch einfacher als die Dicotyledonen usw. Er zeigt manche Einzelfälle, in denen die chemischen Befunde besser mit Englers System übereinstimmen als mit anderen. — *Iridaceae*. CARLES hat die Kohlehydrate der Rhizome vieler Irisarten chemisch und vergleichend systematisch untersucht. Nach den chemischen Unterschieden kann man die Arten in ein System bringen, das mit dem morphologischen System weitgehend übereinstimmt. Besonders zeigt sich, daß die Knollen-*Iris*, *Xiphium*, eine Gruppe für sich bilden. Er weist auch darauf hin, daß die Bastardierbarkeit der Arten mehr von chemischen als von zytologischen usw. Übereinstimmungen abhängen kann. — Die *Magnolieae* sind, wie SÖDERBERG zeigt, stark verkieselt, die *Illicieae* und *Schizandreae* dagegen nicht oder nur schwach. *Eucommia* und *Cercidiphyllum* sind verkieselt; *Trochodendron*, *Euptelea*, *Tetracentron* und *Lactoris* nicht. — Ähnliche Untersuchungen von systematischem Interesse hat G. EDMAN bei den *Simarubaceae* durchgeführt. Starke Verkieselung fand er bei den *Simaruboideae* und *Iringioideae* und bei mehreren *Surianoideae*; unverkieselt dagegen sind die *Kirkioidae*, *Picrammioideae* und *Alvaradoideae*. Auch fast alle *Burseraceae* und viele, besonders die primitiven *Anacardiaceae* sind stark verkieselt, ebenso einzelne Gruppen der *Rutaceae*. EDMAN sieht die Verkieselung als eine primitive Eigenschaft an, die auf eine gemeinsame Abkunft aus ebenfalls stark verkieselten Gruppen (vielleicht den *Magnoliaceae*) schließen läßt.

Serologie. LANDFESTER untersucht die Phylogenie des *Polyergideae*-Astes der *Chlorophyceae* (*Siphonocladiales*, *Siphonales*, *Charales*) serologisch und entwirft einen von den *Ulothrichales* ausgehenden Stammbaum. — OLENOV berichtet über serologische Prüfung von Rassen des *Zygosaccharomyces mandshuricus* Saito, die durch Radiumbestrahlung experimentell hervorgerufen und teilweise spontan aus solchen Radiumrassen entstanden waren. „Die der Stammform am fernsten stehenden Rassen unterscheiden sich von derselben auch bedeutend durch ihre präzipitinogenen Eigenschaften“, und zwar zum Teil „viel wesentlicher als eine andere Art derselben Gattung (*Z. Barkeri*) und nicht minder wesentlich, als Arten anderer Gattungen (*Saccharomyces cerevisiae* und *Debaryomyces tyrocola*).“ — KROHN: Nachprüfung der Sympetalen des Königsberger serodiagnostischen Stammbaumes (vgl. Fortschr. Bot. 5, 56).

Gesamtdarstellungen, Monographien, Übersichten.

Schizophyceae. Abbé PIERRE FREMY hat in einer bemerkenswerten Monographie die Cyanophyceen der europäischen Küsten bearbeitet. Schlüssel!

Heterocontae. A. PASCHER: Die Heteroconten in RABENHORSTS Kryptogamenflora (bisher ausführlicher allgemeiner Teil). — *Ophiocytiaceae*, *Monociliaceae*: W. VISCHER (1) gibt interessante Beiträge zur Kenntnis der Gattungen *Bumilериopsis* Printz, *Heterothrix* Pascher, *Monocilia* Gerneck (*Heterococcus* Chodat).

Protococcaceae. W. VISCHER (2) trägt zur Klärung der Gattungen *Dictyococcus* Gerneck und *Muriella* Petersen bei, die nahe verwandt sind und vielleicht zusammenfallen müssen. — *Codiaceae.* Vouk bringt Studien über die Arten und Formen der adriatischen *Codiaceae*.

Phaeophyceae. Ectocarpaceae. TAKAMATSU bereichert die bisher monotypische Gattung *Sorocarpus* um drei neue Arten und stellt sie monographisch dar.

Rhodophyceae. Chaetangiaceae. TANAKA (1): Monographie der 23 japanischen, auf 7 Sektionen verteilten Arten von *Galaxaura*. — *Gelidiaceae.* FELDMANN und HAMEL klären manche Gelidiaceen: Revision von *Gelidiella* (*Echinocaulon*) mit Schlüssel (10 Arten). — *Gigartinaceae.* SETCHELL und GARDNER (1): Gliederung der Gattung *Gigartina* in 6 Subgenera nach der Lage der Cystokarprien und der Form des Thallus.

Zygomycetes. Mortierellaceae. K. BJOERLING klärt die Gattungsmerkmale von *Mortierella* Coemans, und da manche ihrer Arten wohldifferenzierte Segmente und sowohl ein- wie auch vielsporige Sporangien bilden, so vereinigt er die Gattung *Haplosporangium* Thaxter mit jener.

Ascomycetes. VELENOVSKY veröffentlicht eine Monographie der böhmischen Discomyceten im Anschluß an das System von REHM. Es werden 41 neue Gattungen und etwa 900 neue Arten beschrieben. — *Aspergillaceae.* Y. K. SHIH revidiert die *Aspergillus*-Arten von Zentralchina und gibt eine analytische Übersicht über die 42 Arten. — *Hypodermataceae.* TEHON gibt Monographien der Gattungen *Lophodermium* Chev. (23 Arten), *Dermascia* Tehon gen. nov. (Hystrothecien pseudoparenchymatisch, intraepidermal; 14 Arten), *Lophodermellina* Höhn. (9 Arten) und *Lophodermina* Höhn. (24 Arten). — *Taphrinaceae (Exoascaceae).* BATAILLE gibt Bestimmungsschlüssel für die Arten der Gattungen *Taphrina* und *Exoascus* nach den Wirtspflanzen und unter Berücksichtigung der Artmerkmale.

Uredinales. N. HIRATSUKA: Monographie der *Pucciniastreae Uredinopsis* (17 Arten), *Milesina* (51 Arten), *Hyalospora* (9 Arten), *Melampsoridium* (4 Arten), *Melampsorella* (2 Arten), *Pucciniastrum* (32 Arten), *Thekospora* (15 Arten), *Calyptospora* (1 Art).

Eubasidii. In einer Bearbeitung der schwedischen Gallertpilze *Tremellaceae*, *Dacryomycetaceae*, *Tulasnellaceae* und *Auriculariaceae* gibt NEUHOFF analytische Übersichten über die europäischen Arten mehrerer Gattungen (*Exidia* Fr., *Dacryomyces* Fr.). — *Polyporaceae.* PILAT: eingehende Monographie der 15 europäischen Arten der Gattung *Polyporellus* Karsten. — *Agaricaceae.* R. KUEHNER teilt in einer eingehenden Monographie die Gattung *Galeria* (Fries) Quélet nach der Beschaffenheit der Huthaut in die 2 Gattungen *Galerina* Earle (Huthaut fädig; 3 Sektionen, 18 Arten) und *Conocybe* Fayod (Huthaut kugelig; subgen. *Pholiotina* mit Velum, 7 Arten; subgen. *Euconocybe* ohne Velum, 18 Arten). — *Hymenogastreae.* DODGE und ZELLER geben eine monographische Bearbeitung der 8 als *Hydnangiaceae* zusammengefaßten Gattungen mit Beschreibungen und Schlüsseln für die Gattungen und Arten. Und von ZELLER und DODGE werden in gleicher Weise die Gattungen *Elasmomyces*, *Arcangiella* (27 Arten), *Macowanites* und *Melanogaster* dargestellt.

Fungi Imperfecti. W. B. GROVE gibt eine ausführliche Darstellung der britischen *Sphaeropsidales* mit Schlüsseln für die Familien und Gattungen und Befortschritte der Botanik VI.

schreibungen der Arten, die alphabetisch nach ihren Wirtspflanzen aufgeführt werden. — *Mucedinaceae*. E. PINKERTON: Konidienbildung bei *Cephalosporium* und verwandten Hyphomyceten; Schlüssel für eine Artgruppe.

Lichenes. Graphidaceae. REDINGER (1): eingehende Revisionen der brasilianischen Arten von *Glyphis*, *Medusulina*, *Sarcographa*, *Graphina*, *Phaeographina*, *Graphis* und *Phaeographis* mit Schlüsseln. — *Thelotrema*aceae. REDINGER (2) fördert in einer monographischen Bearbeitung der brasilianischen *Thelotrema*aceae die Kenntnis der allgemeinen und systematischen Verhältnisse dieser Familie wesentlich und gibt Schlüssel für die Gattungen und Arten. — *Gyalectaceae*. Von G. LETTAUS monographischer Bearbeitung einiger Flechtenfamilien liegt eine zweite Lieferung vor (die erste erschien 1932), die den Schluß von *Diploschistes* enthält und dann mit den europäischen *Gyalectaceae* beginnt. Von *Gyalecta* (*Chroolepus*-Gonidien) werden die Arten mit *Palmella*-Gonidien als *Gloelecta* Lett. und die mit *Cystococcus*-Gonidien als *Gyalidea* Lett. abgetrennt, aber alle Arten zusammen werden in alphabetischer Reihenfolge abgehandelt. — *Lecideaceae*. MAGNUSSON (1): Revision der 50 steinbewohnenden *Lecidea*-Arten Nordamerikas mit Schlüssel. — MALME (1): Revision der brasilianischen *Bacidia*-Arten mit Schlüssel. — MALME (2): monographische Bearbeitung brasilianischer *Lecidea*-Arten (52 Species) mit Schlüsseln, und ebenso (3) der 29 *Pertusaria*-Arten. — *Gyrophoraceae*. E. FREY zeigt, daß SCHOLANDERS Einteilung der Umbilicariaceen in 4 Gattungen unnatürlich ist, da seine Apothezientypen bei manchen Arten nur Entwicklungsstadien sind und sich mit den Merkmalen der Sporen und des Thallus überschneiden. Sie sind zu einer Gattung zu vereinigen. — *Acarosporaceae*. MAGNUSSON (2): sorgfältige Monographie der Gattung *Maronea* Mass.; 13 Arten mit geringen Unterschieden; Schlüssel.

Jungermanniaceae acrogynae. M. FULFORD: kritische Revision der nordamerikanischen *Bazzania*-Arten (6 Arten).

Mniaceae. KABERSCH veröffentlicht eine sorgfältige monographische Bearbeitung der ostasiatischen *Mniaceae* mit Beschreibungen der Arten und Schlüsseln für die Gattungen, Sektionen und Arten. Er versucht zugleich, Einblicke in die Verwandtschaftsverhältnisse, die Beziehungen älterer und jüngerer Formenkreise innerhalb der Familie, die über *Trachycystis* an die *Rhizogoniaceae* angeschlossen wird, zu vermitteln.

Selaginellaceae. ALSTON: kritische Revisionen der *Selaginella*-Arten von (1) Java und den Kleinen Sundainseln (22 Arten) und (2) von den Philippinen (32 Arten) und (3) von Brasilien (46 Arten) mit Schlüsseln.

Gramineae. HENRARD klärt die Bambuseen-Gattung *Chloothamnus* Buse (*Oreiostachys* Gamble); 3 Arten Malesien, Neuguinea. — HITCHCOCK gibt eine zusammenfassende Bearbeitung der nordamerikanischen *Gramineae*, Schlüssel und Beschreibungen für alle Sippen. — ROBYNS: zusammenfassende Bearbeitung der *Panicaceae* von Belgisch-Kongo und Ruanda-Urundi; System im Anschluß an STAPP. — HUBBARD (1) revidiert die Gattungen der *Arundinelleae* Stapf, die *Arundinella* Raddi, *Danthoniopsis* Stapf, *Trichopteryx* Nees, *Gilgichloa* Pilger, *Loudetia* Hochst. und *Tristachya* Nees umfassen; die beiden letzten, artenreichen Gattungen werden neu in Sektionen und Subsektionen gegliedert. — Ferner revidiert HUBBARD (2) die Gattung *Ectrosia* R. Br. (10 Arten; Australien) und (3) gibt einen Schlüssel für die 38 Gattungen der *Eragrostae*.

Cyperaceae. KUEKENTHALS schon angezeigte (Fortschr. Bot. 5, 57—58) Monographie der zu einer Gattung *Cyperus* zusammengefaßten *Cypereae* liegt jetzt fertig vor. — UTTIEN revidiert *Thoracostachyum* (7 Arten; Malesien usw.) und gibt Schlüssel für *Paramapania* und Teile von *Mapania* und *Hypolytrum*. — CORE revidiert die 105 amerikanischen *Scleria*-Arten. — OHWI gibt eine Synopsis der *Caricoideae* von Japan.

Palmae. BURRET (6) revidiert die Gattungen *Gronophyllum* Scheff. (6 Arten, Celebes, Neuguinea; 2 neue Untergattungen) und (3) *Nengella* Beccari (einschließlich *Leptophoenix* Becc.; 17 Arten, Neuguinea) und (4) *Morenia* R. et P. (9 Arten, Anden).

Bromeliaceae. L. B. SMITH revidiert die *Tillandsia*-Arten mit einfachen Blütenständen (40 Arten; Schlüssel).

Juncaceae. R. S. ADAMSON: Revision der 39 südafrikanischen *Juncus*-Arten.

Liliaceae. VON POELLNITZ (1): Übersicht über die Sektionen von *Haworthia* und Artschlüssel für einige Sektionen und (2) Bestimmungsschlüssel für die Sektionen *Loratae*, *Muticæ*, *Retusæ* und *Scabrae*. — APPLGATE: eingehende Revision der 15 nordwestamerikanischen *Erythronium*-Arten. — KILLIP und MORTON: Revision der 33 *Smilax*-Arten von Mexiko und Mittelamerika. — FERRIER DE LA BATHIE (1): monographische Bearbeitung von 9 Liliaceen-Gattungen von Madagaskar.

Orchidaceae. AMES, HUBBARD und SCHWEINFURTH geben ausführliche Schlüssel für die 229 *Epidendrum*-Arten Nord- und Mittelamerikas. Die Gattung ist wenig gegliedert. — FERRIER DE LA BATHIE (2): Revision der *Liparidinae* von Madagaskar; ebenso von der Gattung *Disperis*. Ferner klärt er (3) einige madagassische Orchideen der Gruppen *Physuriineae* und *Polystachyineae*.

Salicaceae. K.-S. HAO gibt eine monographische Bearbeitung der 156 chinesischen *Salix*-Arten mit drei ausführlichen Bestimmungsschlüsseln und Diagnosen der Arten; einige neue Sektionen werden aufgestellt.

Fagaceae. O. SCHWARZ legt einen sich an OERSTEDS Arbeiten anlehenden Entwurf zu einem natürlichen System der Cupuliferen vor. Er erkennt 3 Unterfamilien an: *Fagoideae* (*Fagus*, *Nothofagus*), *Castanoideae* mit den 2 neuen Tribus *Castaneae* (mit aufreißender Kupula; *Castanea*, *Castanopsis*) und *Pasanieae* (mit becherförmiger oder geschlossener Kupula; *Pasania*, *Cyclobalanus*, *Lithocarpus*) und drittens die *Quercoidae*; letztere enthalten nach der Lage der abortierenden Samenanlagen wieder 2 Tribus: die *Cyclobalanopsidae* mit *Cyclobalanopsis* (50 Arten in Ostasien und Malesien) und der zur neuen Gattung erhobenen *Erythrobalanus* (Oerst.) O. Schwarz (etwa 175 amerikanische Arten) und zweitens die *Querceae* mit der ebenfalls zur Gattung erhobenen *Macrobalanus* (Oerst.) O. Schwarz (10 Arten in Mittelamerika) und *Quercus* (320 Arten in Eurasien und Amerika). — Die Gattung *Quercus* erhält in derselben Arbeit eine sehr eingehende analytisch dargestellte Gliederung. Den beiden OERSTEDSchen Untergattungen *Lepidobalanus* und *Cerris* mit kahlem Endokarp werden die sect. *Ilex*, *Coccifera*, *Protobalanus* u. a. als dritte neue Untergattung *Sclerophyllodrys* O. Schwarz (Endokarp filzig, Griffel rinnig, lineal) an die Seite gestellt. Alle sind sehr weitgehend in Sektionen, Subsektionen und Series gegliedert. — In einer anderen Abhandlung untersucht O. SCHWARZ (2) die Typologie des Eichenblattes und kommt im Gegensatz zu BRENNER, der die ganzrandigen Formen als primitiv ansah, zu einer Ableitung sowohl der gelappten als auch der ganzrandigen Eichenblätter von dem gezähnten *Castanea*-Typ der *Quercus pontica*. — Zugleich läßt O. SCHWARZ (3) den Anfang einer sehr eingehenden Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes erscheinen; bisher liegen 2 Lieferungen Text mit dem allgemeinen Teil und einige Lieferungen des sehr wertvollen Atlas der Blattformen vor, dessen Bilder die Variationsbreite der Blattformen für jede Art anschaulich zur Darstellung bringen.

Moraceae. LANJOUW gibt eine analytische Übersicht über die Gattung *Clarisia* R. et P. (einschließlich *Sahagunia*, *Soaresia* und *Acanthinophyllum*), 8 Arten, Südamerika.

Urticaceae. Von der bereits angezeigten Monographie der Gattung *Elatostema* von HILDE SCHROETER und HUBERT WINKLER liegt jetzt der spezielle Teil vor, der die Bestimmungsschlüssel und die Beschreibungen für die 106 Arten der Unter-

gattungen *Pellionia*, *Elatostematoides* und *Weddellia* bringt. — E. P. KILLIP: Schlüssel für die andinen Sektionen und Arten von *Pilea* (12 Sektionen, 111 Arten).

Loranthaceae. DANSER (1) gibt eine sorgfältige Revision der Loranthaceen der Philippinen mit Beschreibungen und Schlüsseln; 17 Gattungen mit 86 Arten, davon 69 Arten endemisch. — Ferner revidiert DANSER (2) die Gattungsgrenzen der *Elytranthinae* und gibt eine neue analytische Übersicht.

Rafflesiaceae. K. WATANABE untersucht die drei bisher bekannten Arten von *Mitraschemon* Makino.

Balanophoraceae. SETCHELL erkennt den Untergattungen von *Balanophora* auf Grund der Unterschiede in den männlichen Blüten Gattungswert zu und gibt eine Übersicht über die 9 Arten von *Acroblastum* Sol. (*Balanophora* subg. *Polyplethia* Griffith).

Polygonaceae. STOKES: Monographie der Gattung *Eriogonum* (n. v.). — RECHINGER FIL. revidiert die 15 süd- und zentralamerikanischen Arten von *Rumex*.

Ranunculaceae. L. BENSON: Revision der 30 nordwestamerikanischen Arten von *Ranunculus* mit Schlüssel für die Untergattungen, Sektionen und Arten. — J. EWAN faßt in einer kritischen Revision die 5 teilweise polymorphen nordamerikanischen Arten von *Delphinium* subsect. *Scaposa* als neue ser. *Pelligerae* zusammen.

Lardisabalaceae. Die von Indien bis Japan mit 17 Arten verbreitete Gattung *Stauntonia* DC. hat Y. C. WU neu gegliedert.

Lauraceae. KOSTERMANS: Revision der Gattung *Acroclidium* Nees (27 Arten, Amerika) und *Phyllostemonodaphne* Kosterm. gen. nov. (1 Art, Brasilien).

Rhoeadales. In der Gesamtdarstellung des Pflanzenreiches ENGLER-PRANTL-HARMS: Die natürlichen Pflanzenfamilien ist die Darstellung der *Rhoeadales* und *Sarraceniales* erschienen. Gegen 140 Seiten der ersten Auflage beanspruchen diese Familien jetzt etwa 790 Seiten. Da auch die allgemeinen Verhältnisse überall ausführlich berücksichtigt sind, kann man wohl annehmen, daß das Werk in dieser Form der Erfüllung von ASA GRAYS Forderung einigermaßen nahekommt, das System solle ein Abbild dessen sein, was man von den Pflanzen weiß. — Einleitend gibt HARMS bei jeder Reihe einen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Ansichten über ihre Umgrenzung und Zusammensetzung. Den *Papaveraceae*, von FEDDE, liegt die Monographie des Autors zugrunde; besonders sei auf die neue, eingehende Gliederung der vielgestaltigen Gattung *Corydalis* hingewiesen; die Familie enthält jetzt 43 Gattungen gegen 28 in der ersten Auflage. Das System der *Capparidaceae* ist von PAX und HOFFMANN weitgehend aus- und umgestaltet worden (45 Gattungen gegen 34, 1000 Arten). Den jetzt vorangestellten *Capparidoideae* sind die früheren *Koerberliniaceae* als Tribus *Koerberlinieae* eingegliedert worden; ebenso die *Roydsioideae* als *Stixeeae*. Ihnen schließen sich die kleinen *Emblingioideae* und *Pentadiplandroideae* (früher *Tiliaceae*) nahe an, während die *Calyptrothecoideae*, *Podandrogynioideae*, *Dipterygioideae*, *Buhsioideae* allmählich immer mehr zu den *Cleomoideae* überleiten. Bei den kleinen *Tovariaceae* (PAX und HOFFMANN) hat sich nichts geändert. Eine besonders wertvolle Bearbeitung ist die der *Cruciferae*, die O. E. SCHULZ mit seinen in jahrzehntelangen monographischen Studien gewonnenen Erfahrungen gestaltet hat (430 S.); sie enthalten jetzt 351 Gattungen, gegen 208 früher, mit 3000 Arten. Die drei bisher versuchten Systeme mit einer Grundeinteilung nach der Form der Haare, der Früchte oder der Keimlinge werden durch ein neues System ersetzt, das zunächst immer einige Besonderheiten abteilt, wie die Petalen weit überragende Stamina (*Pringleae*, *Stanleyae*), in den Blütenboden eingesenkte Stamina (*Romanschulziaceae*), schräger Blütenboden (*Streptantheae*), Gynophor und geschlossene einsamige Teilfrüchte (*Cremolobeae*), Keimblätter breit, doppelt längs gefaltet (*Chamireae*), Früchte mit schnabelartigem Endglied (*Brassicaceae*), Keimblätter doppelt quergefaltet (*Helio-phileae*), Petalen gefiedert (*Schizopetaleae*), Scheidewand schmal (*Lepidieae*) usw.; so kommt er zu einem System, in dem jede der 19 Tribus ihre ganz besondere

Note hat. Daher entsprechen diese Triben auch nicht den bisherigen Subtriben, sondern sie sind anders gestellt und anders umgrenzt, und sie sind ihrerseits wieder, teilweise reich, in Subtriben geteilt. Auch die zahlreichen neuen Habitusbilder und Analysen erleichtern die Übersicht über die Mannigfaltigkeit dieser systematisch schwierigen Familie sehr. — Auch RYTZ untersucht das System der *Brassicaceae*, indem er die Ausbildung des Schnabels und die Entwicklungsrichtungen, die seine Umgestaltung erkennen lassen, verfolgt. Er kommt dabei zu einem etwas anderen System als O. E. SCHULZ. — Die *Resedaceae* sind von BOLLE sehr sorgfältig durchgearbeitet; System von Müller-Arg., aber mit anderer Entwicklungsrichtung; die 6 Gattungen sind unverändert; auch die Artenzahl (70) ist fast gleichgeblieben. — Den Schluß der Reihe bilden die kleinen von PAX bearbeiteten Familien *Moringaceae* und die anfänglich zu den *Sapindaceae* gestellten *Bretschneideraceae*.

Sarraceniales. Zu den drei hierher gestellten Familien liegen bereits Monographien im „Pflanzenreich“ vor. Bei *Sarracenia* faßt UPHOF die Arten mit liegenden und die mit aufrechten Schlauchblättern zu besonderen Sektionen zusammen. — Bei den *Nepenthaceae* hat HARMS die anatomischen, physiologischen und biologischen Verhältnisse zusammenfassend dargestellt und die komplizierte Gattung (70 Arten) nach den wertvollen Vorarbeiten DANSERS mit Einschaltung einiger neuer Gruppen eingehend gegliedert. — Bei den von DIELS (2) bearbeiteten *Droseraceae* fallen die früher noch hierher gestellten Gattungen *Byblis* und *Roridula* jetzt natürlich weg. Neue Gattungen sind in der Zwischenzeit nicht bekannt geworden, und auch die Zahl der Arten ist nur bei *Nepenthes* (gegen 40 früher) erheblicher und bei *Heliamphora* um einige erst neuerdings auf dem Duida gefundene Arten vermehrt worden, während DIELS Monographie bei *Drosera* sogar eine geringere Artenzahl (85) ergab, als früher (90 Arten) angenommen wurde.

Crassulaceae. H. FROEDERSTROEM legt den Schluß seiner schönen Monographie der Gattung *Sedum* vor, die ihren Vorzug in der Beigabe einer sorgfältigen Analyse zu jeder Art und präzisen Beschreibungen hat. Dieser vierte Teil bringt die Revision der amerikanischen Arten der sect. *Orthocarpia* und eine solche der Gattung *Altamiranoa* Rose. Den Schluß bildet ein Bestimmungsschlüssel für alle *Sedum*-Arten. — VON POELLNITZ (3) gibt eine wertvolle analytische Übersicht über die Gattung *Echeveria* DC. in 6 nach der Form der Blüten, des Blütenstandes und der Behaarung gebildeten Gruppen. Alle 88 Arten sind beschrieben. Die Gattung wird eingeschränkt auf BERGERS Sektionen *Euecheveria*, *Oliveranthus*, *Urbinia* und *Courantia*, während *Dudleya*, *Stylophyllum* und *Thompsonella* wieder als eigene Gattungen anerkannt werden.

Leguminosae. GUILLAUMIN (1) revidiert die Leguminosen von Neukaledonien und gibt Schlüssel für die 55 Gattungen und deren Arten. — E. MILNE-REDHEAD: Revision der Gattung *Cordyla* Lour. (4 Arten, Afrika). — A. BURKART: Beschreibungen und Schlüssel der 14 *Caesalpinia*-Arten von Argentinien und Uruguay. — F. HERMANN: analytische Übersicht über die europäischen Rotten und Arten von *Trifolium*.

Burseraceae. A. A. BULLOCK: Revision der mexikanischen *Bursera*-Arten.

Euphorbiaceae. LANJOUW revidiert die Gattung *Pausandra* Radlk. (9 Arten, Südamerika). — DUCKE (3): kritische Revision der Gattung *Hevea* (etwa 12 Arten) mit sehr ausführlichem Schlüssel.

Elaeocarpaceae. GUILLAUMIN (2): Revision der Elaeocarpaceen von Neukaledonien, 3 Gattungen mit 25 Arten.

Tiliaceae. WEIMARCK klärt die afrikanischen Arten von *Corchorus* sect. *Guazuroides* (6 Arten) und faßt 2 Arten mit steifstacheligen Kapseln als neue sect. *Erinocei* zusammen.

Malvaceae. KEARNEY gliedert die Gattung *Sphaeralcea* nach dem Aufspringen der Früchte, der Beschaffenheit der Hülle und der Säule u. a. in 4 Untergattungen

und revidiert die nordamerikanischen Sippen von *Eusphaeralcea* (10 Sektionen, 27 Arten).

Quinaceae. DUCKE (2) gibt eine analytische Übersicht über die Gattung *Lacunaria* (9 Arten, Südamerika).

Violaceae. G. K. SCHULZE hat die systematisch bisher wenig geklärte Gattung *Hybanthus* Jacqu. durchgearbeitet und die amerikanischen Arten eingehender dargestellt. *Euhybanthus* mit verwachsenen und *Ionidium* mit freien Antheren lassen sich als Untergattungen gegenüberstellen. Zu *Euhybanthus* gehören außer amerikanischen auch die neukaledonischen Arten. Die große Mehrzahl der Arten enthält *Ionidium* und hier die aus Halbsträuchern bestehende sect. *Suffruticosi*, der nur 3 artenarme oder monotypische, strauchige Sektionen (*Anomali* mit abwechselnden Blättern; *Micranthi* mit kleinen Blüten und gegenständigen Blättern und *Bigibbosi* mit großen Blüten) zur Seite stehen.

Melastomataceae. D. S. EVES revidiert die Gattung *Axinaea* R. et P. (22 Arten, Kostarika, andines Südamerika).

Umbelliferae. P. BUWALDA revidiert die Umbelliferen von Niederländisch-Indien; Beschreibungen, Schlüssel. — KITAGAWA: Revision der Arten von *Ostericum* und *Angelica* von Korea und der Mandchurei.

Ericaceae. SLEUMER (1) revidiert die andine Gattung *Themistoclesia* Klotzsch (12 Arten) und überführt sie von den *Thibaudieae* zu den *Vaccinieae*, wo sie sich an *Sphyrropermum* und *Vaccinium* sect. *Leptothamnia* anschließt. — Ferner hat er (2) die 29 mittel- und südamerikanischen Arten von *Vaccinium* geklärt und gibt dabei eine analytische Übersicht über Untergattungen und teilweise neue Sektionen der ganzen Gattung. — Weiter gliedert SLEUMER (3) die Gattung *Leucothoe* D. Don nach den Blütenständen, den Antheren und den Griffeln in 6 Sektionen.

Sapotaceae. EYMA klärt mehrere Sapotaceen aus Guiana, z. B. *Pouteria*.

Ebenaceae. BAKHUIZEN VAN DEN BRINK: eingehende Gliederung von *Diospyros* in Subgenera und Sektionen; Revision der malesischen Arten.

Apocynaceae. R. E. WOODSON (1) beschließt seine klärende Monographie der amerikanischen *Echitoideae* mit der Bearbeitung der Gattungen *Neobraccia* Britton (4 Arten), *Galactophora* Woodson (5 Arten), *Salpicinctes* Woodson (2 Arten), *Peltastes* Woodson (6 Arten), *Stipecoma* Muell.-Arg. (1 Art), *Angadenia* Miers (2 Arten), *Urechites* Muell.-Arg. (2 Arten), *Rhabdadenia* Muell.-Arg. (3 Arten), *Elytropus* Muell.-Arg. (1 Art), *Cycladenia* Benth. (1 Art), *Echites* P. Br. (2 neue subgen. nach der Form der Korolle; auf 6 Arten reduziert), *Temnadenia* Miers (4 Arten), *Fernaldia* Woodson (2 Arten), *Asketanthera* Woodson (4 Arten), *Macropharynx* Rusby (2 Arten), *Thenardia* HBK. (4 Arten), *Prestonia* R. Br. (4 Sektionen, 60 Arten), *Rhodocalyx* Muell.-Arg. (1 Art), *Laubertia* A. DC. (4 Arten), *Tintinnabularia* Woodson gen. nov. (1 Art). — Ferner revidiert WOODSON (2) die 20 asiatischen Arten von *Trachelospermum* Lem. mit Schlüssel, System von SCHNEIDER beibehalten.

Asclepiadaceae. MALME (4) weist nach, daß die als Apocynacee beschriebene argentinische Gattung *Grisebachia* Lorentz zu der Asclepiadaceen-Gattung *Astephanus* gehört.

Polemoniaceae. TH. CRAIG revidiert *Gilia* subgen. *Hugelia* (8 Arten).

Hydrophyllaceae. J. W. VOSS: Revision der 23 sich um *Phacelia crenulata* gruppierenden Arten.

Verbenaceae. BERTHOLD THOMAS hat die afrikanischen Arten von *Clerodendrum* einer sorgfältigen Revision unterzogen. Im Anschluß an das System von BRIQUET gliedert er die Gattung in 6 Subgenera, von denen *Cornacchinia* und *Kalaharia* monotypische afrikanische Endemiten sind; *Tridens* ist auf die Kleinen Sunda-inseln und *Volkameria* auf Westindien beschränkt. Die Hauptmenge der Arten bleibt bei *Euclerodendrum* (einschließlich *Siphonanthus*; pantropisch; Korolle aktinomorph) und *Cyclonema* (paläotropisch; Korolle zygomorph). Diese beiden Untergattungen werden neu in Sektionen gegliedert, für die besonders der Kelch

und die Korolle und bei *Cyclonema* auch der Blütenstand die unterscheidenden Merkmale abgeben. Aus Afrika kennt man etwa 150 Arten, die auch analytisch dargestellt werden. — H. N. MOLDENKE (1) revidiert *Timotocia* Moldenke (*Casselia* Nees et Mart., non Dum.), 12 Arten, Südamerika. — Ferner gibt MOLDENKE (2) sehr ausführliche Bearbeitungen der amerikanischen und der kultivierten *Calli-carpa*-Arten (44 Arten) und Monographien (3) der Gattung *Cornutia* Plum. (13 Arten), (4) der Gattung *Priva* Adans. (16 Arten) und (5) der neuen Gattung *Svensonia* Moldenke (2 Arten, die bisher bei *Bouchea* oder *Chascanum* standen).

Labiatae. In Fortsetzung seiner Synopsis der südamerikanischen Labiaten behandelt C. EPLING die Gattungen *Salvia* (Schluß; 182 Arten), *Keithia* Benth., *Eriothymus* Schmidt (1 Art), *Hesperozygis* Epling gen. nov. (4 Arten von *Glechon* und *Keithia*), *Rhabdocolon* Epling gen. nov. (7 Arten; *Keithia* sect. *Rhabdocolon* Benth.), *Hedeoma* Pers. (3 Arten), *Cunila* L. (10 Arten), *Glechon* Spreng. (6 Arten), *Kurzamra* Kuntze (1 Art), *Satureja* L. (39 Arten), *Minthostachys* Griseb. (12 Arten), *Mentha* L. (6 Arten), *Scutellaria* L. (32 Arten), *Ocimum* L. (11 Arten), *Marsypianthes* Mart. (5 Arten), *Raphiodon* Schauer (1 Art), *Eriope* Kunth (18 Arten), *Peltodon* Pohl (5 Arten) und *Hyptis* Jacqu. — ELFRIEDE STIBAL (1): kritische Revision der chinesischen *Salvia*-Arten mit neuer Einteilung und Schlüssel und (2) der 9 Arten enthaltenden Gruppe der *Salvia japonica* und als E. PETER-STIBAL revidiert sie die indischen und tibetanischen Arten von *Salvia*. — G. TAYLOR: Revision der Gattung *Ceratanthus* F. v. Muell. (*Plectranthus* sect. *Cornigera*; 6 Arten, Südostasien, Papua, Australien). — M. ASHBY: Revision der afrikanischen Gattung *Endostemon* N. E. Brown (*Pseudocimum* Bremekamp; 17 Arten). — E. A. BRUCE: Revision der 17 afrikanischen Arten von *Achyrospermum* mit Schlüssel.

Nolanaceae. Die *Nolanaceae* (Peru, Chile), die JOHNSTON in einer sorgfältigen Monographie darstellt, sind auf das engste mit den *Solanaceae* verwandt. Ihre zuweilen (BENTHAM-HOOKER, HUTCHINSON) angenommenen Beziehungen zu den *Convolvulaceae* sind, wie JOHNSTON überzeugend ausführt, nur äußerliche Kongenzen. Die Arten sind scharf gesondert; aber die Merkmale sind in mannigfaltiger Weise kombiniert und eine stärkere Differenzierung in Gattungen und Sektionen hat kaum stattgefunden. Nur eine kleine Gruppe von 6 Arten mit Spaltfrüchten kann als eigene Gattung *Alona* von den übrigen mit Nüßchen ausgestatteten 57 *Nolana*-Arten gesondert werden. In dieser Gattung *Nolana* gehen 14 Gattungsnamen auf, ohne auch nur Sektionswert zu erreichen. Zahl und Form der Nüßchen, Form des Kelches und in weitgehendem Maße vegetative Merkmale beherrschen den analytischen Schlüssel.

Solanaceae. P. FRANCEY legt eine sehr eingehende Monographie der amerikanischen Gattung *Cestrum* (257 Arten) vor. Unter Beibehaltung der Sektionen *Habrothamnus* (Endl.) Schlechtend. und *Eucestrum* Dunal gibt er Bestimmungsschlüssel und Beschreibungen der Arten. — MORTON (1) gibt einen Schlüssel für die 19 *Cestrum*-Arten von Guatemala. — WHEELER revidiert die australischen und polynesischen Arten von *Nicotiana*, die wahrscheinlich eine eigene Entwicklungslinie der Gattung darstellen (15 Arten, Schlüssel).

Scrophulariaceae. MOLDENKE (6) weist nach, daß die beiden ursprünglich als Verbenaceen beschriebenen Gattungen *Basistemon* Turczan., *Saccanthus* Herzog und als dritte die Scrophulariacee *Hassleropsis* Chodat kongenerisch und die beiden letzteren auch konspezifisch sind und daß diese Gattung *Basistemon* zu den *Scrophulariaceae-Antirrholinoideae-Hemimerideae* gehört. Er revidiert die 5 Arten der Gattung (Südamerika). — D. KECK (2) setzt seine monographischen Studien über die Gattung *Pentstemon* fort und behandelt die neuen Sektionen *Hesperothamnus* Keck (8 Arten) und *Cryptostemon* Keck (1 Art). — CUFODONTIS revidiert *Linaria* sect. *Cymbalaria* (10 Arten).

Gesneriaceae. MORTON (2): Revision der Gattung *Cremosperma* (10, davon 8 neue Arten, Südamerika).

Acanthaceae. E. MILNE-REDHEAD (1): Revision der afrikanischen Arten der Gattungen *Pseuderanthemum* Radlk. und *Ruspolia* Lindau.

Caprifoliaceae. NAKAI revidiert die *Weigelia*-Arten von Japan und Korea. 2 Arten werden als besondere Gattungen *Macrodiervilla* Nakai und *Weigelastrum* Nakai abgetrennt.

Valerianaceae. F. SCHMALE revidiert die kleine andine Gattung *Belonanthus* Graebner (5 Arten).

Compositae. M. R. LEVYNS: Revision von *Disparago* Gaertn. (7 Arten, Südafrika). — Nach MATTFELD ist die ostafrikanische Gattung *Polycline* mit der indischen Gattung *Athroisma* kongenerisch; nach der Revision enthält *Athroisma* jetzt 8 Arten (6 Ostafrika, 1 Madagaskar, 1 Indien, Java). — D. KECK (1) bearbeitet die eigentümliche, schopfbaumartige Gattung *Argyroxiphium* DC. von Hawaii (5 Arten, mit Einschluß von *Wilkesia* A. Gray) und prüft ihre systematischen und geographisch-genetischen Beziehungen. Sie wurde bisher zu der Gruppe der *Madinae* gestellt, und man nannte sie deshalb als eines der wenigen Beispiele der Hawaii-Inseln mit amerikanischen Beziehungen. KECK zeigte aber, daß sich *Argyroxiphium* viel enger an *Dubautia* Gaud., mit der er *Railliardia* vereinigt, anschließt. Diese Hawaii-Gattung der *Galinsoginae* zeigt aber Anklänge an die *Senecioneae*, so daß er in Übereinstimmung mit SKOTTSBERG eine Verbindung mit *Robinsonia* DC. von Juan Fernandez und *Brachionostylum* Mattf. von Neuguinea und somit pazifische Beziehungen für wahrscheinlich hält. — SHERFF hat die schwierige Gattung *Coreopsis* (114 Arten) sehr sorgfältig monographisch bearbeitet. Es sind schon von früheren Autoren 11 Sektionen aufgestellt worden, die beibehalten werden. Der Bestimmungsschlüssel für die Arten ist aber nach nordamerikanischen, südamerikanischen und afrikanischen Arten gesondert und wird dadurch ein sicheres Bestimmen der Arten ermöglichen. — A. L. CABRERA: sorgfältige Revision der 14 *Trixis*-Arten von Argentinien und Uruguay. — S. J. LIPSCHITZ veröffentlicht Vorarbeiten zu einer Monographie von *Scorzonera* im Sinne von *Euscorzonera*. Die Gruppen von BOISSIER werden weiter geteilt und zu 8 Sektionen erhoben. Alle Arten sind gut abgebildet (Habitus und Achaenen).

Bearbeitungen polymorpher Formenkreise.

Pucciniaceae. Durch zahlreiche Infektionsversuche gewinnt GÄUMANN Einblicke in den Formenkreis der *Puccinia persistens* Plowr. s. l.: *P. alternans* Arthur, *P. thalictri-koeleriae* Gäumann spec. nov., *P. thalictri-poarum* Fischer et Mayer, *P. scarlensis* Gäumann spec. nov.

Pinaceae. K. M. MÜLLER untersucht in einer ausführlichen Studie die klimatischen, edaphischen und pflanzengeographischen Verhältnisse der einzelnen Teilwohngebiete der *Abies grandis* im westlichen Nordamerika und kommt zu dem Schluß, daß sie in „erblich fixierte Klimarassen“, „in verschiedene, klimatisch bedingte Formenkreise mit zum Teil morphologischen, in der Hauptsache aber physiologischen und damit ökologischen Unterschieden“ (die aber augenscheinlich nur aus den physischen Bedingungen der Wohngebiete erschlossen sind) gegliedert ist. — Eine umfangreiche Arbeit widmet LANGLET der physiologischen Variabilität der *Pinus silvestris* in Schweden. In bezug auf die Kälteresistenz (gemessen am Trockensubstanzgehalt) gibt es von Norden nach Süden angeordnete erbliche Rassen (Oekotyphen), die aber kontinuierlich zusammenhängen, was für geographische Variabilität charakteristisch sei. Zu vergleichen ist dazu die Kritik von TURESSON, der betont, daß die diskontinuierliche Anpassung bei Oekotypen die Regel sei; daß zwar eine kontinuierliche Variabilität nicht ausgeschlossen, aber doch noch in keinem Falle exakt bewiesen sei. — O. SCHWARZ (4) revidiert den Formenkreis der *Pinus maritima* Miller (*P. nigra* Arn.), den er in 6 geographisch gesonderte Unterarten teilt. — Einen geographisch isolierten Formenkreis der-

selben Art im Banat analysiert GEORGESCU; er deutet ihn als *austriaca* \times *Pallasiana* (*Pinus banatica* Georgescu et Jonescu) und beschreibt die unterscheidbaren Formen.

Gramineae. SNOWDEN gibt eine sehr umfassende Monographie der kultivierten *Sorghum*-Sippen. Während man früher annahm, sie stammten alle von *Andropogon halepensis* ab, oder sie mit den Wildformen zusammen als *A. Sorghum* vereinigte, zeigt sich jetzt, daß sie auf mehrere verschiedene Wildarten zurückzuführen sind; diese Beziehungen werden erörtert und in einem Schema dargestellt. Die Series *Sativa*, die nach der Form der Ährchen und der Beschaffenheit der Spelzen usw. in 6 Subseries gegliedert wird, enthält jetzt 31 Arten; eingehende Beschreibungen, Analysen, Bestimmungsschlüssel. Vgl. dazu oben S. 46. — A. PENZES revidiert einige *Bromus*-Sippen und macht auf den Wert mehrerer bisher nur wenig beachteter Merkmale aufmerksam. — Den Formenkreis von *Bromus secalinus* und *Br. grossus* Desf. und ferner *Br. arduennensis* Dumortier (sect. *Michelaria*) behandeln A. DE CUGNAC und A. CAMUS. Weiter bearbeitet A. DU CUGNAC hybride Formenkreise um *Bromus Gussonei*.

Commelinaceae. In sich ergänzenden taxonomischen (ANDERSON und WOODSON) und zytologischen (ANDERSON und SAX) Monographien und durch Bastardierungen vermitteln diese Autoren gute Einblicke in den Aufbau und die Entwicklungsweise von *Tradescantia* in Nordamerika. Es lassen sich 22 Arten unterscheiden, von denen aber nur wenige (z. B. *Tr. rosea*, *Tr. micrantha*) stark differenziert sind. Die große Mehrzahl scharft sich als polymorpher Formenkreis um *Tr. virginiana*, dessen Sippen vielfach auch geringer bewertet werden. ANDERSON und SAX leiten den Formenkreis aus den im Süden der Staaten verbreiteten diploiden Arten ab. Die aus ihnen entstandenen tetraploiden Rassen wanderten nach Norden und bildeten durch Mutation in parallelen Reihen den heutigen Schwarm. Natürliche Bastarde sind häufig, aber sie können die Artgrenzen nicht aufheben, da die Bastarde teilweise steril sind und andererseits Differenzierungen in der Ökologie und der Blütezeit regelmäßige Bastardierungen erschweren. Aus denselben Gründen hat aber auch die Bastardierung bei der Artbildung in dieser Gattung keine Rolle gespielt (vgl. auch oben S. 33, 46).

Iridaceae. E. ANDERSON hat die Art und Weise und die Breite der Variabilität von *Iris setosa* Pall. und namentlich von *I. virginica* L. und *I. versicolor* L. genau untersucht. Sie sind sehr stenözisch und gliedern, etwa im Gegensatz zu *Aquilegia*, deren Arten in Nordamerika überall erbliche Ökotypen bilden, nirgends solche aus. *Iris virginica* und die amphidiploide *I. versicolor* (vgl. oben S. 34) haben jede ihre eigene Variationsweise, die ganz unabhängig von der der anderen ist. Sie sind kolonieweise verbreitet. Die einzelnen Individuen unterscheiden sich konstant und erblich in kleineren Merkmalen der Blütenfarbe, des Größenverhältnisses der Tepalen u. a. Aber auch die einzelnen, voneinander isolierten Kolonien bilden je ihre eigene Note aus, die sie von anderen unterscheidet und die sie auch in der Kultur behalten. Jede Kolonie hat also in sich die Bereitschaft, eine besondere Varietät oder Unterart zu werden, wenn sie durch geologisch-geographische Ereignisse die Gelegenheit bekommt, sich weiter auszubreiten. Bisher hat eine regionale Differenzierung der Merkmale nicht stattgefunden, außer in *I. virginica*, bei der die Sippe des Küstengebietes, *typica*, geographisch und morphologisch von denen des Mississippibeckens (var. *Shrevei*) differenziert ist. Aber die Unterschiede zwischen diesen beiden sind von derselben Natur und denselben Ausmaßen wie die zwischen den Kolonien innerhalb der var. *Shrevei* und der *I. versicolor*. — Das Wohngebiet der *I. setosa* ist durch die Eiszeit in 2 Restareale disloziert: die unvergletschert gebliebenen Gebiete in Alaska (var. *interior* im Innern und *typica* an der Küste) und in Ostkanada (var. *canadensis*); letztere ist sehr einheitlich, wie eine Einzelkolonie, und hat daher wahrscheinlich von einer glazialen Relikt-kolonie, die sich postglazial wieder etwas ausbreiten konnte, ihren Ausgang genommen. In der jungen amphidiploiden *I. versicolor* hat noch gar keine geogra-

phische Differenzierung stattgefunden. Ob sich solche geographische Sippen jemals zu Arten ausbilden können, kann nach ANDERSON aus diesen *Iris*-Sippen weder positiv noch negativ entschieden werden. Die Beziehungen der Unterarten und Varietäten zueinander und die netzförmige Verknüpfung der *I. versicolor* sind klar erweislich. Aber schon in die Art und Weise der Beziehungen der beiden verwandten Arten *I. virginica* und *I. setosa* läßt sich kein Einblick mehr gewinnen. Es ist wahrscheinlich, daß sich andere *Iris*-Gruppen in Eurasien ebenso verhalten.

Orchidaceae. SCHMUCKER untersucht *Ophrys*-Populationen auf Kreta; in der Zeichnung der Lippe herrscht bei *O. fuciflora* und *O. Heldreichiana* große Mannigfaltigkeit; die Unterschiede sind konstant und erblich; die Blüten eines Exemplars sind gleich.

Moraceae. M. TSEN gibt eine ausführliche Monographie mit analytischer Übersicht von den 24 Varietäten von *Morus alba* in Südfrankreich.

Polygonaceae. SAMUELSSON: kritische Revision der 16 chinesischen Arten der Gattung *Rheum*.

Caryophyllaceae. Die sehr feinen und vielseitigen morphologischen, zytologischen, genetischen und ökologischen Untersuchungen PETERSONS über die schon oft behandelte polymorphe Formengruppe der *Stellaria media* (*Stellaria* sect. *Eustellaria* subsect. *Mediae*) erlauben jetzt einen tieferen Einblick in den Aufbau dieser Gruppe. *St. apetala* (*St. pallida*; $2n = 22$) läßt sich weder mit *St. media* ($2n = 42, 44$) noch mit *St. neglecta* ($2n = 22$) kreuzen; die beiden letzteren geben einen sterilen Bastard. Tetraploide Varietäten von *St. neglecta* aber geben mit *St. media* fruchtbare Hybride. Die mit vollständigen Blüten versehene *St. neglecta*, die ihre Standorte in der natürlichen Vegetation — in Laubwäldern — hat, kann danach als die ursprünglichste Art der Gruppe angesehen werden; durch Chromosomenverdoppelung hat sie 2 (vielleicht identische) Varietäten *grandiflora*, die sich nicht mehr mit der Mutterart kreuzen lassen, wohl aber mit *St. media*, und *Cupaniana* abgespalten. Mit starker Veränderung der genotypischen Konstitution, aber ohne Veränderung der Chromosomenzahl, hat sich durch allmähliche Reduktion der Blütenglieder die *St. apetala* aus jener entwickelt. Und die (inzwischen ausgestorbenen) Zwischenstufen zwischen diesen beiden haben durch Chromosomenverdoppelung die autotetraploiden Varietäten ($2n = 44$) und die im Chromosomensatz verminderten Sippen ($2n = 42 \pm 2$) von *St. media* ergeben. Diese ist immer nur auf Kulturland über die ganze Erde verbreitet; sie besteht aus einer großen Zahl von Biotypen, aus denen durch Auslese vielerorts eigene Ökotypen und Klimaökotypen (Unterschiede im Keimungsverhalten, Habitus, Rhythmik des Lebenszyklus, Grad der Frühzeitigkeit, Kälteresistenz usw.) entstanden sind, wie PETERSON durch ausgedehnte Kulturversuche von Sippen aus aller Welt feststellte. Die meisten der in den Floren beschriebenen Varietäten und Formen sind nichts als solche Biotypen. Auch kann man entgegen RAUNKIAER nach der Behaarung und der Keimzeit (Winter- und Sommerannuelle) keine „Arten“ abgrenzen. Vgl. auch oben S. 33, 47.

Einen wichtigen Beitrag zur Systematik der noch wenig geklärten Gattung *Cerastium* liefert MOESCHL durch seine Mitteilung über die Gliederung der einjährigen europäischen *Fugacia leiopetala*. Er erkennt 19 Arten an, für deren Unterscheidung die Form der Drüsen, die Vorblätter, Form und Länge der Kron- und Kelchblätter, der Blütenstand, die Samen usw. wichtig sind. — NORDHAGEN klärt in einer sehr eingehenden Studie die Formenkreise *Arenaria ciliata*, *A. humifusa* und *A. gothica*. Ihre Verbreitung spricht dafür, daß *A. humifusa* die Eiszeit im vergletscherten Norden überdauert hat. — LEMPERG, der die erreichbaren *Dianthus*-Arten in der Kultur eingehend studiert hat, beginnt eine submonographische Bearbeitung der Gattung in analytischer Form mit Beschreibungen erscheinen zu lassen. Bis jetzt liegt die sect. *Barbulatum* Williams vor (52 Arten).

Ranunculaceae. DREW gibt eine sehr eingehende Analyse der 6 nordamerikanischen Arten von *Ranunculus* sect. *Batrachium*.

Cruciferae. Während zuweilen angenommen wurde, daß Apogamie die Ursache des Formenreichtums bei *Erophila* sei, zeigt GRIESINGER, daß die Eizelle befruchtungsbedürftig ist. Die Konstanz der Sippen beruht auf hochgradiger Autogamie. Es fand Sippen mit $n = 12$, die bei künstlicher Bestäubung fruchtbare Bastarde miteinander bilden, und solche mit $n = 20$, deren Bastarde mit $n = 12$ steril sind. — R. E. DETLING: Revision der 4 formenreichen *Dentaria*-Arten des pazifischen Nordamerika. — C. L. HITCHCOCK revidiert die 25 teilweise sehr polymorphen *Lepidium*-Arten Nordamerikas.

Saxifragaceae. PUGSLEY (2) untersucht die westeuropäischen Sippen von *Saxifraga* sect. *Robertsonia* (*S. Geum*, *umbrosa*) und weist nach, daß manche Kulturformen und auch für Arten gehaltene Wildsippen hybriden Ursprung haben.

Rosaceae. Aus eingehenden Untersuchungen der Formenkreise kleiner Gebiete ist wohl eine Förderung der Kenntnis kritischer Gattungen zu erwarten. In diesem Sinne untersucht RICKETT zum Teil auch variationsstatistisch die *Crataegus pruinosa* um Columbia (Missouri) und findet, daß sie hier in 3 ganz konstanten, durch mehrere Merkmale unterschiedenen und nicht durch Übergänge verbundenen Formen vertreten ist, die sich wahrscheinlich apomiktisch fortpflanzen; sie wachsen an vielen Standorten nebeneinander. RICKETT wertet diese Sippen im Gegensatz zu SARGENT u. a. nicht als Arten, sondern unter *C. pruinosa* als Formae apomictae. Eine *Crataegus*-Art mag aus vielen solchen apomiktischen Formen bestehen, jede einzelne Form scheint aber nur eine sehr begrenzte Verbreitung zu haben, und in jedem Teilgebiet des Artareals kommen nur wenige apomiktische Formen nebeneinander vor. — GUSTAFSSON revidiert die 55 afrikanischen *Rubus*-Arten; mit Schlüssel. — BOULENGER: Revision der Rosen Asiens (*Rosa* sect. *Eglanteriae*, *Chinenses*, *Bracteatae*, *Banksianae*, *Microphyllae*). — ROTHMALER gibt eine Gliederung der Sektionen von *Alchemilla* subg. *Eualchemilla* in Subsektionen. — v. Soo und ROSA PALITZ klären die *Alchemilla* Ungarns.

Rutaceae. TANAKA (2) erörtert den Stand der *Citrus*-Systematik, die Verwandtschaftsverhältnisse der Sippen, die Wertigkeit der Merkmale und zeigt, warum vorerst alles Unterscheidbare beschrieben und besonders benannt werden müsse.

Euphorbiaceae. L. C. WHEELER: Revision der *Euphorbia-polycarpa*-Gruppe des südwestlichen Nordamerikas und Mexikos; 24 teilweise polymorphe Arten.

Oenotheraceae. RENNER weist aus Norddeutschland 10 verschiedene, zum Teil neue, als Arten gewertete *Oenothera*-Sippen nach: 6 *Strictae* und 4 *Cernuae*. Von den ersteren ist *O. biennis* häufig und allgemein verbreitet. Die Arten der *Cernuae* vertreten sich teilweise geographisch: *O. ammophila* Focke in Nord-, *O. syrticola* Bartlett (*O. muricata*) in Süddeutschland und *O. parviflora* in Schlesien. Hybridisierung und Mutation schaffen auch bei diesen Wildformen konstante neue Sippen. Die sehr verschiedene Vitalität der reziproken Bastarde kann das geographische Verhältnis der beiden Elterarten zueinander erheblich beeinflussen. So hat wahrscheinlich auf diesem Wege *O. biennis* die *O. ammophila* im Elbetale allmählich verdrängt. Vgl. auch oben S. 34.

Umbelliferae. M. ONNO und F. BERGER geben eine ins einzelne gehende Gliederung der Wildformen von *Daucus* sect. *Carota* (*D. gingidium* und *D. Carota*).

Ericaceae. PAMPANINI: kritische Klärung der mediterranen *Arbutus*-Arten und ihrer Bastarde.

Polemoniaceae. CONSTANCE und ROLLINS: Revision des polymorphen Formenkreises von *Gilia congesta*.

Scrophulariaceae. SCHLENKER (1) gibt eine systematische Übersicht über *Veronica* sect. *Beccabunga* und (2) untersucht das Wesen des Formenreichtums in dieser Sektion. Namentlich *V. Anagallis*, *V. aquatica* und *V. anagalloides* setzen

sich aus einer großen Zahl von erblichen Rassen zusammen. Diese können aber nicht durch Kreuzung entstandene Kombinationen sein, da die Fertilität schon bei Bastarden zwischen Rassen derselben Art herabgesetzt ist. Die Bastarde zwischen den Arten sind meist steril. Selbstbestäubung ist die Regel und setzt die Bastardierungsmöglichkeit in der Natur herab. Wahrscheinlich ist Mutation der wesentlichste Faktor bei der Rassenbildung. SCHLENKER stellt 2 Formenkreise einander gegenüber: 1. *V. Beccabunga* ($n = 9$) und *V. americana* ($n = 18$), die miteinander sterile Bastarde ergeben, sich aber mit den Sippen des zweiten Formenkreises gar nicht kreuzen lassen. 2. *V. Anagallis* ($n = 18$), *V. aquatica* ($n = 18$), *V. anagalloides* ($n = 9$), *V. oxycarpa* u. a., deren Arten miteinander teils \pm sterile Bastarde ergeben, teilweise sich auch gar nicht kreuzen lassen. Die beiden Gruppen lassen sich im Sinne DANSERS als Comparien, die Rassen als Convivien ansprechen; die Arten und Unterarten aber lassen nicht immer eine Abgrenzung als Comparien zu. — *Veronica fruticans* und *V. fruticulosa* haben nach BEATUS (2) beide $n = 8$; sie lassen sich leicht kreuzen; die aus ihrem gemeinsamen Wohngebiet beschriebenen Varietäten sind solche Bastarde. — In der *Agrestis*-Gruppe dieser Gattung gibt es nach BEATUS (1) diploide und tetraploide Arten. — PUGSLEY (1): Revision und analytische Übersicht über *Euphrasia* sect. *Semicalcaratae* Benth. (96 Arten).

Plantaginaceae. GREGOR, DAVEY und LANG veröffentlichen eine methodisch wichtige Arbeit über die experimentelle Bearbeitung und statistische Erfassung der quantitativen Variabilität von Sippen niederen Ranges am Beispiel ausgehnter Kulturen von *Plantago maritima*.

Compositae. KUŠAN hat die jugoslawischen Sippen der Sektionen *Eujacea* und *Lepteranthus* von *Centaurea* untersucht und sieht, ähnlich wie STOJANOFF und ACHTAROFF für Bulgarien (vgl. Fortschr. Bot. 5, 65), eine befriedigende Darstellung der natürlichen Verhältnisse in einer Zusammenfassung der Sippen als Varietäten und Unterarten zu größeren Arten. — SENAY: kritische Studie über die Gattung *Arctium*. — OMANG veröffentlicht den ersten Teil (UnterGattung *Piloselloidea*) einer sehr gut durchgearbeiteten Monographie der *Hieracia* Norwegens, die besonders durch eine Zusammenfassung der Kleinarten zu möglichst natürlichen Gesamtarten den Überblick erleichtert. Für alle Gruppen werden Schlüssel gegeben.

Bemerkenswerte neue Sippen.

Heterocontae. DANGEARD beschreibt eine neue Gattung *Fremya*, die mit *Myxochloris* Pascher verwandt ist; sie hat aber kein Plasmodium, sondern kugelige Zellen zu einem Faden verbunden, und die Zoosporen haben nur eine Geißel.

Chlorophyceae. Chaetophoraceae. TIFFANY beschreibt eine neue Gattung *Cloniophora* aus Puerto Rico mit 2 neuen Arten. Sie ist verwandt mit *Draparaldia* und *Stigeoclonium*; die Endzellen haben aber keine Seta, und es fehlt ein regelmäßiger Wechsel von langen und kurzen Zellen. — **Trentepohliaceae.** PALM beschreibt eine interessante neue Gattung *Stomatochroon*, die die Spaltöffnungen eines Chlorodendron in Sumatra besiedelt; der Thallus ist auf wenige Zellen reduziert; Haken-sporangien.

Oomycetes. Pythiaceae. Bei der von W. HÖHNK beschriebenen neuen Gattung *Diasporangium* (1 Art, Nordamerika, Nordwestdeutschland) sind die Sporangien wie bei *Pythiogenon* quer zur Hyphenrichtung gedehnt, aber sie sind dickwandig und schleudern ihren Inhalt nicht heraus; Sporenbildung innerhalb der Sporangien.

Ascomycetes. W. KIRSCHSTEIN beschreibt eine Anzahl neuer Gattungen verschiedener Familien aus Deutschland. — **Aspergillaceae.** P. N. GHATAK beschreibt die Entwicklungsgeschichte eines neuen Pilzes *Microewrotium* gen. nov., der sich von *Aspergillus* durch einkernige Askogone, das Fehlen von askogenen Hyphen und sehr kleine Perithezien unterscheidet. Er sieht ihn als Endglied einer Reduk-

tionsreihe der *Aspergillaceae* an. — *Cenangiaceae*. BOEDIJN (2) gibt zwei neue Gattungen von Sumatra bekannt: *Jacobsonia* mit zusammengesetzten Fruchtkörpern und *Myriodiscus* auch mit zusammengesetzten kompakten Fruchtkörpern und vielsporigen Ascii. — *Xylariaceae*. *Xylariopsis* Tai (Fortschr. Bot. 5, 65) ist nach BOEDIJN (1) *Konradia bambusina* Racib.

Fungi Imperfecti. MOORE und ALMEIDA beschreiben aus der Gruppe der die Chromomycose (Chromoblastomycose, Dermatitis verrucosa) hervorrufenden Pilze neue Gattungen und Arten.

Musci. DIXON beschreibt eine Anzahl neuer Gattungen: *Octogonella* Dix. (*Orthotrichaceae*, 1 Art, Indien), *Macrosporiella* Dix. et Thér. (*Leucodontiaceae*, 1 Art, Japan), *Rigodiadelphus* Dix. (? *Pterobryaceae*, 1 Art, Japan), *Isotheciadelphus* Dix. et Thér. (*Lembophyllaceae*, 3 Arten, Japan), *Helicodontiadelphus* Dix. (*Fabroniaceae*, 1 Art, Australien), *Ectropodon* Dix. (*Fabroniaceae*, 1 Art, Japan), *Dendrocyathophorum* Dix. (*Hypopterygiaceae*, 1 Art, Assam), *Cymbifoliella* Dix. (*Entodontaceae*, 1 Art, Japan), *Retidens* Dix. (*Entodontaceae*, 1 Art, Indien), *Synodontella* Dix. et Thér. (1 Art, Japan). — *Pottiaceae*. *Luisierella* THÉR. et POTIER DE LA VARDE hat warzige Zellen auf beiden Blattseiten (Brasilien).

Gramineae. *Taumastochloa* HUBBARD (4) ist eine neue Gattung der *Rottboelliastrae* aus Australien (4 Arten), die von *Ophiurus* Gaertn. fil. durch dorsiventrale Ähren und eine sterile untere Blüte ohne Palea verschieden ist. Zugleich gibt HUBBARD eine analytische Übersicht über die australischen Gattungen dieser Gruppe. — Weiter beschreibt HUBBARD (3) eine neue Gattung der *Eragrosteae*: *Apochiton* aus Afrika mit freiem Samen, dreinervigen Spelzen, spitzer begrannter Lemma und zweigranniger Palea. — Die neue Gattung *Hypseochoa* HUBBARD (5) vom Kamerunberg verbindet in mancher Beziehung die *Agrosteae* und *Aveneae*. Sie unterscheidet sich von *Agrostis* durch fünfnervige Spelzen und eine zweispitzige erhärtende Lemma und von *Aira* durch einblütige Ährchen und fünfnervige Spelzen. — *Oryzidium* HUBBARD et SCHWEICKERDT ist eine ziemlich isoliert stehende neue Gattung der *Panicaceae* aus Südwestafrika; Ährchenstiel an der Basis gegliedert, oben ohne Gliederung in das Ährchen übergehend, Ährchenachse etwas gestreckt.

Palmae. BURRET (1) beschreibt mehrere neue Gattungen von den Salomoninseln: *Paragulubia* (prämorse Fiedern ohne Randnerven, ruminates Endosperm; verwandt mit *Adelonenga* und *Gulubia*), *Rehderophoenix* (isolierte Gattung, vielleicht verwandt mit *Ptychandra* Scheff.) und *Strongylocaryum* (stielrunde Samen, Mesokarp mit Sklerosomen; verwandt mit *Ptychosperma* und *Coleospadix*). — Die neue Gattung *Pseudopinanga* BURRET (5) aus Malesien mit 13 teils neuen, teils von *Pinanga* überführten Arten unterscheidet sich von *Pinanga* durch den verwachsenen Kelch der weiblichen Blüten.

Bromeliaceae. Die baumförmige, bisher nur steril bekannte *Greigia Berteroi* Skottsbg. von Juan Fernandez erweist sich nach SKOTTSBERGS (2) Untersuchung eines Fruchtstandes als neue Gattung *Hesperogreigia* Skottsbg., die sich von *Greigia* durch dünne, trockene Perikarprien und zweireihige, kleine, eine schleimige Pulpa absondernde Samen unterscheidet.

Commelinaceae. *Pseudoparis* PERRIER DE LA BATHIE (5) aus Madagaskar (2 Arten) unterscheidet sich von *Palisota* durch ein regelmäßiges Perianth, ein fruchtbares Stamen und kahle Filamente.

Pontederiaceae. PERRIER DE LA BATHIE (4) beschreibt eine neue Gattung *Scholleropsis* aus Madagaskar; sie ist durch vierteiliges Perianth und damit regelmäßig abwechselnde Stamina ausgezeichnet, steht aber sonst der Gattung *Heteranthera* nahe.

Orchidaceae. PORTO und BRADE beschreiben eine neue Gattung der *Cattleyeae* aus Brasilien: *Pseudolaelia* (Labellum der kurzen, aufrechten, keulenförmigen, zweilappigen Säule angewachsen, Pseudobulbus mit 2—4 Blättern) und geben eine analytische Übersicht über die Gattungen der *Cattleyeae* Brasiliens.

Moraceae. Die neue von H. H. HU aus Süd-Yünnan beschriebene Gattung *Smithiodendron* (1 Art) zeichnet sich unter den *Moroideae* durch androgyne Infloreszenzen aus, deren sehr zahlreiche weibliche und männliche Blüten mit schildförmigen Schuppen untermischt sind; männliche Blüten mit röhrigem Perianth.

Nyctaginaceae. In einer Revision der baumförmigen *Nyctaginaceae* von Hawaii faßt SKOTTSBERG (1) die *Pisonia Brunoniana* als neue Gattung *Heimerlia* (Narbe dreieckig-herzförmig, Blüten zwittrig), die in mancher Beziehung an die süd-amerikanische Gattung *Pisoniella* Standley erinnert.

Anonaceae. DIELS (4) macht eine neue Gattung *Lettowianthus* aus Ostafrika bekannt; durch oft 7—9 schmalere Blumenblätter, die Zweizahl der Samenanlagen und freie Fruchtblätter unterscheidet sie sich von *Uvaria*, *Polyceratocarpus* und *Anonidium*. — Die neue Gattung *Ophrypetalum* DIELS (4) (Ostafrika) unterscheidet sich von allen anderen *Anonaceae* durch die eigentümliche büstenartige Bildung an der Spreitenbasis der inneren Petalen; vor der habituell ähnlichen *Cleistochlamys* hat sie auch die große Zahl von Samenanlagen voraus. — Aus Peru und Bolivien beschreibt R. E. FRIES eine interessante neue Gattung *Ruizodendron* (lange, weiße, imbricate Petalen, axilläre Blüten, Karpelle mit einer Samenanlage, kleine sitzende behaarte Narbe, fleischige Früchtchen) aus der Verwandtschaft von *Crematosperma*.

Rhamnaceae. *Ampelozizyphus* DUCKE (1) ist eine sehr abweichende neue Gattung der *Zizyphae* aus dem Amazonasgebiet mit ganzrandigen Blättern, dreifächerigem mit dem Kelch und Diskus verwachsenem Fruchtknoten, oberständiger, einem stiel förmigen Torus aufsitzender Steinfrucht.

Tiliaceae. *Burretiodendron* ist eine bemerkenswerte von REHDER beschriebene neue Gattung aus China. Die einzige Art ist von LEVEILLE schon zweimal als neu beschrieben worden: blühende Exemplare als *Eriolaena Esquirolii* (*Sterculiaceae*) und Fruchtzweige als *Pentace Esquirolii* (*Tiliaceae*). Sie weicht von beiden Familien ziemlich ab, namentlich von den *Sterculiaceae* durch die fünfflügeligen, septiziden in fünf einsamige Kokken spaltenden Früchte und die Fertilität aller Stamina; aber auch vor den *Tiliaceae* hat sie ein Nektarium am Grunde der Kelchblätter voraus. REHDER stellt sie zu den *Tiliaceae* in die Nähe von *Lueha*, mit der sie das Fehlen eines Androgynophors und den Besitz von 5 Staubblattbündeln gemeinsam hat. Aber die Fruchtform und die eingeschlechtlichen Blüten und die drüsenlosen Petalen unterscheiden sie erheblich.

Guttiferae. Die neue von STANER (2) aus dem Kongo beschriebene Gattung *Lebrunia* (Blüten vierzählig, Petalen imbrikat, Filamente nicht vereinigt, Diskus fehlend) wird von STANER mit *Endodesmia* zu der neuen Tribus *Endodesmieae* (Griffel fädlich mit punktförmiger Narbe, Ovar einfächerig mit einer hängenden Samenanlage) der *Calophylloideae* vereinigt.

Flacourtiaceae. Die neue Gattung *Peterodendron* SLEUMER (4) aus Ostafrika unterscheidet sich von *Poggea* durch 8 Petalen, längliche, am Grunde angeheftete Antheren, das gestielte Ovar und die sehr schmalen, nur am oberen Teil der Kapsel angehefteten Flügel. — Eine weitere neue Gattung *Spruceanthus* beschreibt SLEUMER (5) aus Südamerika.

Myrtaceae. Die neue Gattung *Kjellbergiodendron* BURRET (2) von Celebes, die mit ihren unterständigen, nicht aufspringenden, fleischigen Früchten zu den *Myrtoideae* gehört (verwandt mit *Jambosa*), zeigt aber zugleich mehrere sonst für die *Leptospermoideae* charakteristische Merkmale: abwechselnde Blätter und zu 5 epipetalen Phalangen vereinigte Staubblätter. Die beiden neuen Arten besitzen in allen Teilen der Pflanze Öldrüsen.

Melastomataceae. *Trigynia* JACQUES-FELIX gen. nov. (*Dissochaeteae*, Spanisch-Guinea) unterscheidet sich von der asiatischen Gattung *Boerlagea* Cogn. durch fünfzählige Blüten (Ovar dreifächerig) und endständige Rispen.

Ericaceae. Bei den südamerikanischen *Thibaudieae* trennt A. C. SMITH drei weitere Gattungen ab: *Demosthenesia* (7 Arten; *Ceratostema Mandoni* Britton), *Plutarchia* (6 Arten; *Ceratostema rigidum* Benth.) und *Polyclita* (1 Art; *Chupalon turbinatum* Kuntze).

Apocynaceae. THENINT beschreibt eine neue Gattung *Hanghomia* Gagnepain et Thénint aus Hinterindien (Laos), eine Liane der *Echitoideae-Parsonsieae*, die sich von *Wrightia* und *Isonema*, mit denen sie das Fehlen eines Diskus gemeinsam hat, unterscheidet durch drüsenlosen Kelch, kurzen Griffel, dickes, behaartes Konnektiv und spindelförmige Follikel.

Convolvulaceae. Die von VAN OOSTSTROOM von Sumatra beschriebene neue Gattung *Decalobanthus* zeichnet sich vor *Merremia* durch eine fleischige Blumenkronröhre und zweilappige Abschnitte der Blumenkrone aus. — PILGER beschreibt 2 neue Gattungen aus Angola, *Acmostemon* (verwandt mit *Lepistemon*, aber das Filament entspringt aus der Spitze der Schuppe) und *Astromerremia* (verwandt mit *Merremia*; Sternhaare, Pollen unbestachelt).

Verbenaceae. Eine von BEER und LAM von Neuguinea beschriebene neue Gattung *Archboldia* zeichnet sich vor anderen Verbenaceen durch eine kahle, bauchige aktinomorphen Korolle und vier gleich lange kurze Stamina aus; sie gehört vielleicht zu den *Clerodendreae*.

Solanaceae. Aus Argentinien beschreibt SANDWITH eine habituell bemerkenswerte Gattung *Combera*, die sich von der polsterförmigen *Benthamiella* durch imbrikatlaubige Stengel, nichtscheidige Blätter und kurze breite Korollen, deren Petalflächen von den Falten scharf abgesetzt sind, unterscheidet.

Gesneriaceae. STANER (1) beschreibt eine neue Gattung *Saintpauliopsis* vom Kivu in Afrika, die sich von *Jerdonia* durch den Blütenstand, fädliche Antherenanhängsel und zweilappige Narben, von den afrikanischen Gattungen u. a. durch kurze Kapseln unterscheidet.

Acanthaceae. BENOIST: *Psiloestes* (verwandt mit *Peristrophe*, aber kein Involukrum) und *Parajusticia* sind neue Gattungen aus Tonkin.

Rubiaceae. *Didymoecium* BREMEKAMP ist eine neue Gattung aus Sumatra, die sich von den bisher bekannten Gattungen der *Morindeae* durch große intrapetiolare Stipeln unterscheidet. — Die neue von HOYLE aus Afrika beschriebene Gattung *Burtidavya* verbindet *Anthocephalum* A. Rich. mit *Sarcocephalum* Afz.; aber Ovar zweifächerig, Plazenten ungeteilt, Blüten frei nicht verwachsen.

Compositae. Als *Alepidocline* (1 Art, Guatemala) beschreibt S. F. BLAKE eine neue Gattung, die sich von *Schistocarpha* durch das fast nackte Rezeptakulum und die Form der Achänen unterscheidet; diese Gattungen, die bei den *Senecioneae* stehen, erinnern in mancher Beziehung an die *Heliantheae*. — MATTFELD beschreibt aus den im wesentlichen südamerikanischen *Vernonieae-Lychmophorinae* eine neue Gattung *Hystrichophora* aus Ostafrika mit dichasial gebauten Sammelköpfchen ohne gemeinsames Involukrum, mit stehenbleibendem äußerem und abfälligem innerem Pappus.

Systematische Floren, Abbildungswerke.

Eurasien. BONNIERS illustrierte Flora von Frankreich ist jetzt abgeschlossen; der letzte Band enthält die Gramineen, Gymnospermen und Gefäßkryptogamen. — BRIQUETS Prodromus der Flora von Korsika, deren Erscheinen seit langem unterbrochen war, wird jetzt von R. DE LITARDIERE fortgesetzt: *Oxalidaceae-Cactaceae*. — S. JAVORKA, *Iconographia Florae Hungaricae*; gute Bilder; ist besonders auch für die kritischen Gattungen zu beachten. — GLÜCK stellt die Vielgestaltigkeit der wasserbewohnenden Pteridophyten und Phanerogamen in PASCHERS Süßwasserflora Mitteleuropas dar.

Eine der größten und wichtigsten Neuerscheinungen ist die von dem Botanischen Institut der Akademie der Wissenschaften in Leningrad unter der Redaktion von

V. L. KOMAROV herausgegebene Flora URSS., die das ganze europäische und asiatische Rußland umfaßt und die vielen angefangenen und steckengebliebenen russischen Teilfloren ersetzt. Sie gibt seit LEDEBOUR zum erstenmal wieder eine Übersicht über die Flora Gesamtrußlands. Der im Jahre 1936 erschienene reich und sehr gut illustrierte Band 6 behandelt die *Centrospermae*. Das meiste ist von SCHISCHKIN bearbeitet, anderes von S. GORSCHKOVA, M. ILJIN, O. KNORRING, O. KUZENEVA, O. MURAVJEVA, A. TOLMATSCHEV, E. STEINBERG, J. VASSILCZENKO. Die Artauffassung ist oft eng; dafür findet eine Untergliederung der Arten nicht mehr statt. Die Centrospermen sind in dem Gebiet mit 1000 Arten vertreten, davon sind 67 neue und außerdem viele neu zu Arten erhobene Sippen. Die Bände erscheinen in erfreulich rascher Folge: I. 1934 (*Pteridophyta, Gymnospermae, Typhaceae, Sparganiaceae, Helobiae*), II. 1934 (*Gramineae*, fast 1000 Arten), III. 1935 (*Cyperaceae*, 530 Arten, davon 392 *Carex*; *Spathiflorae, Farinosae, Juncaceae*), IV. 1935 (*Liliaceae*, 660 Arten, davon 74 *Gagea*, 228 *Allium*, 63 *Tulipa*; *Dioscoreaceae, Iridaceae*, 87 *Iris*; *Orchidaceae* mit 120 Arten), V. 1936 (*Piperales, Salicales* mit 167 *Salix*, *Myricales, Juglandales, Fagales* mit 40 *Betula*, 19 *Quercus*; *Urticales, Santalales, Aristolochiales, Polygonales* mit 49 *Rumex*, 71 *Calligonum*, 123 *Polygonum*).

HANDEL-MAZZETTIS *Symbolae sinicae* schließt mit 2 Lieferungen für die Symptalen und die Monocotyledonen für die Phanerogamen ab. — Die Fortsetzung von LECOMTES Flora von Indo-China bringt die *Verbenaceae, Labiatae, Myoporaceae, Plantaginaceae, Nyctaginaceae, Amaranitaceae*. — GAMBLE'S Flora von Madras (Indien) liegt jetzt, von C. E. C. FISCHER vollendet, fertig vor. — CRAIB, Aufzählung der Flora von Siam, *Compositae-Campanulaceae*. — BLATTER, Flora Arabica, Schlußheft.

Afrika. HUTCHINSON und DALZIELS Flora des westlichen tropischen Afrika bringt die Monocotyledonen und ist damit abgeschlossen.

Amerika. FAWCETT und RENDLE, Flora von Jamaica: *Rubiaceae-Compositae*. — PULLE, Flora von Surinam: *Malpighiaceae* und *Lauraceae* von KOSTERMANS. — MACBRIDE beginnt mit der Herausgabe einer Flora von Peru; die bisher erschienenen Bände bringen Monocotyledonen, Piperaceen (von TRELEASE), Rubiaceen (STANDLEY).

KAVINA und PILAT, Atlas der Pilze Europas: monographische Bearbeitung der europäischen Sippen von *Amanita* (R. VESELY) und *Pleurotus* (A. PILAT).

RABENHORSTS Kryptogamenflora: ERICHSEN, *Pertusariaceae*; HILLMANN, *Parmeliaceae*; KEISSLER, *Pyrenulaceae*.

GROUT, Moosflora von Nordamerika: die letzten Hefte bringen die *Erpodiaceae, Splachnaceae, Bartramiaceae, Timmiaceae, Aulacomniaceae, Bryaceae, Fontinalaceae*.

KELLER und SCHLECHTER, Monographie und Ikonographie der Orchideen Europas; der Tafelband bringt Abbildungen von Orchis, der Textband (von Soo) die Bearbeitung der Formen von *Listera, Helleborine, Cephalanthera*.

WERDERMANN, Blühende Sukkulenten: gute Bilder, nach Farbenphotographien meist von Kakteen, mit Beschreibungen.

Literatur.

ADAMSON, R. S.: J. Linnean Soc. London Bot. 50, 1—38 (1936). — AIRY-SHAW, H. K.: Kew Bull. 1936, 496—499. — ALSTON, A. H. G.: (1) Bull. Jard. bot. Buitenzorg, sér. 3 13, 432—442 (1935). — (2) Philippine J. Sci. 58, 359—383 (1935). — (3) Feddes Repert. spec. nov. 40, 303—320 (1936). — AMES, O., F. TRACY HUBBARD u. CH. SCHWEINFURTH: The genus *Epidendrum* in the United States and Middle America. Botanical Museum Cambridge, Massachusetts 1936, 233 S. — ANDERSON, EDGAR: (1) Ann. Missouri bot. Gard. 23, 457—509 (1936). — (2) Ebenda

S. 511—525. — ANDERSON, EDGAR, u. KARL SAX: Bot. Gaz. **97**, 433—476 (1936). — ANDERSON, EDGAR, u. ROBERT E. WOODSON: Contrib. Arnold Arboretum **9**, 132 S., 12 Taf. (1935). — APPLGATE, E. J.: Madroño **3**, 58—113 (1935). — ASHBY, M.: J. of Bot. **74**, 121—132 (1936).

BAEHNI, CH.: Candollea **6**, 44—45 (1935). — BAKER, GLADYS E.: Ann. Missouri bot. Gard. **23**, 69—128, Taf. 7—14 (1936). — BAKHUIZEN VAN DEN BRINK, R. C.: Bull. Jard. bot. Buitenzorg, sér. 3 **15**, 1—49 (1936). — BATAILLE, M. F.: Ann. Soc. Linn. Lyon, n. sér. **79**, 121—134 (1936). — BEATUS, R.: (1) Z. Abstammungslehre **71**, 353—381 (1935). — (2) Flora (Jena), N. F. **30**, 153—175 (1936). — BEER, EVA, u. H. J. LAM: Blumea **2**, 31—33 (1936). — BENOIST, R.: Notulae Syst. Paris **5**, 112, 128 (1936). — BENSON, L.: Amer. J. Bot. **23**, 26—33, 169—176 (1936). — BHADURI, P. N.: Bot. Gaz. **98**, 282—295, 61 Fig. (1936). — BJOERLING, K.: Bot. Notiser **1936**, 116—126. — BLAKE, S. F.: J. Washington Acad. Sci. **24**, 439 bis 442, Fig. 2 (1934). — BLATTER, E.: Flora Arabica Pt. 5, Gnetaceae-Gramineae. Rec. Bot. Survey India **8**, Nr 6, 451—519 (1936). — BOEDIJN, K. B.: (1) Ann. Mycolog. **33**, 229 (1935). — (2) Bull. Jard. bot. Buitenzorg, sér. 3 **13**, 478—483 (1935). — BOEKER, H.: Acta Biotheoretica **1**, 17—34 (1935). — BOLLE, FR., in ENGLER-PRANTL-HARMS: Die Natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., **17b**, 659 bis 692. Leipzig 1936. — BONNIER, GASTON: Flore Complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique; achevée par ROBERT DOUIN, **12** u. **13**. Paris 1935. — BOULENGER, G. A.: Bull. Jard. bot. Bruxelles **13**, 165—266 (1935); **14**, 115—221 (1936). — BREMEKAMP, C. E. B.: Bull. Jard. bot. Buitenzorg, sér. 3 **13**, 425 bis 428 (1935). — BRIQUET, J.: Prodrôme de la Flore Corse, Vol. 2, Pt. 2 (RENE DE LITARDIERE), 216 S. Paris 1936. — BROULAND, MARCEL: Le Botaniste **27**, 1 bis 278, 12 Taf. (1935). — BRUCE, E. A.: Kew Bull. **1936**, 47—60. — BULLOCK, A. A.: Ebenda **1936**, 346—387. — BURKART, A.: Rev. argent. Agron. **3**, 67—112, Taf. 1—10 (1936). — BURRET, M.: (1) Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 64—101 (1936). — (2) Ebenda 101—106, Abb. 5. — (3) Ebenda 312—317. — (4) Ebenda 332—339. — (5) Ebenda 188—198. — (6) Ebenda 200—205. — BUWALDA, P.: Blumea **2**, 119—220 (1936). — BUXBAUM, FR.: Bot. Archiv **38**, 213—293, 54 Fig. (1936).

CABRERA, A. L.: Revista Museo La Plata, N. S. **1**, 31—86, Taf. 5—6 (1936). — CARLES, J.: Rev. gén. Bot. **47**, 5—22, 87—95, 144—159, 214—229, 294—307, 363—377 (1935). — CHAPMAN, M.: Amer. J. Bot. **23**, 340—348 (1936). — CONSTANCE, LINCOLN u. REED C. ROLLINS: Ebenda 433—440 (1936). — CORE, EARL L.: Brittonia **2**, 1—105, Taf. 1—3 (1936). — CRAIB, W. G.: Florae Siamensis Enumeratio **2**, Pt. 3. Edited by A. F. G. KERR. Bangkok 1936. — CRAIG, THOMAS: Bull. Torrey bot. Club **61**, 385—396, 411—428, Taf. 23 (1934). — CUFODONTIS, G.: Archivio Bot. **12**, 54—81, 135—158, 233—254 (1936). — CUGNAC, A. DE: C. r. Acad. Sci. Paris **201**, 1040 (1935). — CUGNAC, A. DE, u. AIMEE CAMUS: Bull. Soc. bot. France **83**, 47—68, 4 Taf. (1936). — CUMMINS, G. B.: Mycologia (N. Y.) **28**, 103 bis 132 (1936).

DANGEARD, P. A.: Le Botaniste **26**, 673—690, Taf. 55—56 (1934). — DANSER, B. H.: (1) Philippine J. Sci. **58**, 1—149, Taf. 1—2 (1935). — (2) Blumea **2**, 35—37 (1936). — DAWSON, M. R.: Amer. J. Bot. **23**, 501—511 (1936). — DERMEN, H.: J. Arnold Arboretum **17**, 90—105, Taf. 179—181 (1936). — DETLING, R. E.: Amer. J. Bot. **23**, 570—576 (1936). — DICKSON, J.: Ebenda 385—393. — DIELS, L.: (1) In ENGLER: Syllabus der Pflanzenfamilien, 11. ergänzte Aufl., 419 S. Berlin 1936. — (2) In ENGLER-PRANTL-HARMS: Die Natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., **17b**, 766—784. Leipzig 1936. — (3) Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik-math. Kl. **11**, 77—85 (1932). — (4) Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 266, 269, Abb. 9 (1936). — DIXON, H. N.: J. of Bot. **74**, 1—10, Taf. 610 (1936). — DODGE, C. W., u. S. M. ZELLER: Ann. Missouri bot. Gard. **23**, 565—598 (1936). — DOUGLAS, GERTRUDE E.: Amer. J. Bot. **23**, 199—212 (1936). — DREW, W. B.: Contrib.

Gray Herb. Harvard Univ. **110**, 1—47 (1936); *Rhodora* **38** (1936). — DUCKE, A.: (1) Arch. Inst. Biol. Veget. Rio de Janeiro **2**, 157 (1935). — (2) Ebenda 170. — (3) Ebenda 217—246, 3 Taf.

EAMES, A. J.: The Morphology of Vascular Plants, Lower Groups (Psilophytales to Filicales), 433 S., 215 Abb. (n. v.). New York 1936. — EBER, ERNA: *Flora* (Jena) **127**, 273—330 (1934). — EDLIN, H. L.: *New Phytologist* **34**, 1—20, 122—143 (1935). — EDMAN, GÖSTA: Sv. bot. Tidskr. **30**, 493—514 (1936). — EIGSTI, O. J.: Bot. Gaz. **98**, 363—369, 13 Fig. (1936). — EPLING, C.: Feddes Repert. spec. nov. **85** (Beih.), Lief. I—2, 97—288 (1936). — ERICHSEN, C. F. E., in RABENHORST: *Kryptogamenflora*, 2. Aufl., **9**, Abt. 5, Teil 1, Lief. 2—3, S. 321—728. Leipzig 1936. — EVES, D. S.: Bull. Torrey bot. Club **63**, 211—266 (1936). — EWAN, J.: Ebenda 327—342. — EYMA, P. J.: Rec. Trav. bot. néerl. **33**, 156—210 (1936).

FAWCETT, W., u. A. B. RENDLE: *Flora of Jamaica* **7**, 303 S., 100 Fig. London 1936. — FEDDE, FR., in ENGLER-PRANTL-HARMS: *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2. Aufl., **17b**, 5—145. Leipzig 1936. — FELDMANN, J., u. G. HAMEL: Rev. gén. Bot. **46**, 528—549 (1934). — FERNANDES, A.: Bol. Soc. Broteriana **11**, 2. ser., 267—282, Taf. 1 (1926). — FISCHER, E. D.: Ber. schweiz. bot. Ges. **45**, 231—247 (1936). — FLORIN, R.: Sv. bot. Tidskr. **30**, 624—651 (1936). — FLORY, W. S.: J. Arnold Arboretum Harvard Univ. **17**, 83—89 (1936). — FRANCEY, P.: (1) *Candollea* **6**, 46—398 (1935), **7**, 1—132, Taf. 1—3 (1936). — (2) Bull. Soc. Vaudoise Sci. natur. **59**, 1—12 (1936). — FREMY, Abbé PIERRE: *Les Cyanophycées des Côtes d'Europe*, 234 S., 66 Taf. Saint-Lô 1934. — FREY, EDUARD: Ber. schweiz. bot. Ges. **45**, 198—230, Taf. 10—13 (1936). — FRIES, R. E.: Ark. Bot. (schwed.) **28 B**, Nr 4, 1—4 (1936). — FRÖDERSTRÖM, HAROLD: *Acta Horti Gotoburg.* **10**, Appendix, 181 S., 115 Taf., 1360 Textfig. (1935). — FULFORD, MARGARET: *The Amer. Midland Naturalist* **17**, 385—424 (1936). — FULLING, E. H.: Bull. Torrey bot. Club **61**, 497 bis 524, Taf. 26—32 (1934).

GAMBLE, J. S.: *Flora of the Presidency of Madras Pt. 9, Addenda, Corrigenda, Indexes etc.* by C. E. C. Fischer S. 1865—2017. London 1936. — GÄUMANN, E.: Ber. schweiz. bot. Ges. **46**, 229—247, 682—683 (1936). — GEORGESCU, C. C.: Feddes Repert. spec. nov. **41**, 181—187 (1936). — GHATAK, P. N.: Ann. of Bot. **50**, 849 bis 861 (1936). — GOOD, R.: Proc. Linnean Soc. London **1934/35**, 107—110. — GREGOR, J. W., V. MCM. DAVEY u. J. M. S. LANG: *New Phytologist* **35**, 323—350 (1936). — GRIESINGER, R.: *Flora* (Jena) **29**, 363—379 (1935). — GROUT, J.: *Mossflora of North America* **2**, 3. Newfane 1928—34. — GROVE, W. B.: *British Stem and Leaf-Fungi (Coelomycetes)* **1**, 488 S., 31 Fig. Cambridge 1935. — GUILLAUMIN, A.: (1) Bull. Soc. bot. France **83**, 294—315 (1936). — (2) Ebenda 485—488. — GUILLIERMOND, A.: (1) C. r. Acad. Sci. Paris **201**, 1163 (1935). — (2) Rev. gén. Bot. **48**, 403—426, 470—493, Taf. 18—30 (1936). — GUSTAFSSON, C. E.: Ark. Bot. (schwed.) **26 A**, Nr 7, 1—68, 14 Taf. (1934).

HANDEL-MAZZETTI, H.: *Symbolae Sinicae* **7**, Lief. 4 u. 5. Wien 1936. — HAO, KIN-SHEN: Feddes Repert. spec. nov. **93** (Beih.), 123 S., 44 Taf. (1936). — HARLAND, S. C.: Biol. Rev. Cambridge philos. Soc. **11**, 83 (1936). — HARMS, H., in ENGLER-PRANTL-HARMS: *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2. Aufl., **17b**, 1—4, 701—703, 728—765. Leipzig 1936. — HENRARD, J. TH.: *Blumea* **2**, 60—73 (1936). — HERMANN, F.: Feddes Repert. spec. nov. **39**, 332—351 (1936). — HILLMANN, J.: in RABENHORST: *Kryptogamenflora*, 2. Aufl., **9**, Abt. 5, Teil 3, Lief. 1—2, 1—309. Leipzig 1936. — HIRATSUKA, NAOHIDE: Mem. Tottori agric. Coll. **4**, 1—374, 11 Taf. (1936). — HIRMER, MAX: *Bibliotheca Botanica* **114**, 100 S., 12 Taf., 11 Textbeilagen, 31 Textabb. Stuttgart 1936. — HITCHCOCK, A. S.: *Manual of the Grasses of the United States*, 1040 S., 1696 Fig. Washington 1935. — HITCHCOCK, C. L.: *Madroño* **3**, 265—320 (1936). — HOEHNK, WILLY: Bot. Zbl., Abt. A **55** (Beih.), 89—99 (1936). — HOYLE, A. C., in HOOKER: *Icones plantarum*, 5. ser. **4**, Pt. 1, Taf. 3318 (1936). — HU, H. H.: *Sunyatsenia* **3**, 106—109, Taf. 6 (1936). — HUBBARD, C. E.:

(1) Kew Bull. 1936, 317—322. — (2) In HOOKER: Icones plantarum, 5. ser. 4, Pt. 1, 16 S., Taf. 3312 (1936). — (3) Ebenda Taf. 3319. — (4) Ebenda Taf. 3313—3314. — (5) Kew Bull. 1936, 300—301. — HUBBARD, C. E., u. H. G. SCHWEICKERDT: Ebenda 326—328. — HUNTER, L. M.: J. Arnold Arboretum Harvard Univ. 17, 115 bis 152, Taf. 182—188 (1936). — HUTCHINSON, J., u. J. M. DALZIEL: Flora of West Tropical Africa 2, Pt. 2, 293—651, Fig. 278—381. London 1936. — HYGEN, G.: Nyt. Mag. Naturvid. 74, 187—262 (1934).

JACQUES-FELIX, H.: Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 2. sér. 8, 110—113 (1936). — JAVORKA, S.: Iconographia Florae Hungaricae 1—19. Budapest 1929—34. — JOHANSEN, D. A.: Amer. J. Bot. 23, 95—99 (1936). — JOHNSTON, J. M.: Contrib. Gray Herb. Harvard Univ. 112, 1—87 (1936); Proc. amer. Acad. Arts Sci. 71, No 1 (1936).

KABIERSCH, W.: Hedwigia (Dresden) 76, 1—94 (1936). — KAPER, R. E., u. A. T. CHISHOLM: Amer. J. Bot. 23, 369—374 (1936). — KAVINA, CH., u. A. PILAT: Atlas des Champignons de l'Europe 1, 80 S., 40 Taf., 10 Fig. (1934); 2, 193 S., 80 Taf., 114 Fig. (1935). — KEARNEY, TH. H.: Univ. California Publ. Bot. 19, 1—128, Taf. 1—12 (1935). — KECK, D. D.: (1) Berenice P. Bishop Museum Occ. Pap. 11, Nr. 19, 1—38, 9 Taf. (1936). — (2) Madroño 3, 200—219, 248—250 (1936). — KEISSLER, VON, in RABENHORST: Kryptogamenflora, 2. Aufl., 9, Abt. 1, Teil 2, 1937. — KELLER, G., u. R. SCHLECHTER: Feddes Repert. spec. nov. A 2, (Sonderbeih.), Lief. 9; A 4, Heft 1—12 (1935/36). — KILLIP, E. P.: Contrib. U. S. Nat. Herb. 26, 367—396 (1936). — KILLIP, E. P., u. C. V. MORTON: Carnegie Inst. Washington Publ. Nr. 461, 255—296, 11 Taf. (1936). — KIRSCHSTEIN, W.: Ann. Mycolog. 34, 180—210 (1936). — KITAGAWA, MASAO: Jap. J. of Bot. 12, 229 bis 246, 307—322 (1936); Rep. Inst. Sci. Res. Manchoukuo 1, 1—24 (1936). — KOMAROV, V.: Flora Unionis Rerumpublicarum Sovieticarum Socialisticarum, Leningrad 1, 302 S. (1934); 2, 778 S. (1934); 3, 636 S. (1935); 4, 760 S. (1935); 5, 759 S. (1936); 6, 954 S. (1936). — KOSTERMANS, A. J. G. H.: Rec. Trav. bot. néerl. 33, 718 bis 757 (1936). — KROHN, V.: Bot. Archiv 37, 328—372 (1935). — KUEHNER, ROBERT: Le Genre Galera (Fries) Quélet. (Encyclopédie Mycologique 7), 240 S., 75 Fig. Paris 1935. — KUEKENTHAL, G., in ENGLER-DIELS: Das Pflanzenreich, Heft 101 (IV. 20), 671 S., 65 Abb. Leipzig 1935/36. — KUMAZAWA, M.: Jap. J. of Bot. 8, 19—46, Taf. 2—6 (1936). — KUŠAN, FRAN: Bull. internat. Acad. Yougoslave Sci. Beaux Arts 29/30, 141—158 (1936).

LAM, H. J.: (1) Acta Biotheoretica, Ser. A 2, 153—194 (1936). — (2) Gardens Bull., Straits Settlements 9, 98—112 (1935). — LANDFESTER, H.: Bot. Archiv 35, 306—350 (1933). — LANGLET, OLAF: Meddel. Statens Skogsförsökanstalt 29, Nr. 4, 219—470 (1936). — LANJOUW, J.: Rec. Trav. bot. néerl. 33, 254—276, 758—769 (1936). — LAVIER-GEORGE, L.: Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 2. sér. 8, 173—199 (1936). — LECOMTE, HUMBERT u. GAGNEPAIN: Flore Générale de l'Indo-Chine 4, Heft 8 u. 9. Paris 1936. — LEMPERG, F.: Acta Horti Gotoburg. 11, 71 bis 134 (1936). — LETTAU, G.: Feddes Repert. spec. nov. 69 (Beih.), 2, 97—176, Taf. 4 (1937). — LEVYNS, M. R.: J. South Africa Bot. 1936, 95—103. — LINDSTROM, E. W.: Bot. Review 2, 197—215 (1936). — LIPSCHITZ: Fragmenta Monographiae generis Scorzonera, 164 S., 63 Abb. (Transact. Rubber and Guttapercha Inst.). Moscou 1935. — LOESENER, TH.: Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem 13, 220 bis 225 (1936). — LORBEER, G.: Jb. Bot. 80, 567—818 (1934).

MACBRIDE, J. F.: Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser. 13 (1936). — MAGNUSON A. H.: (1) Acta Horti Gotoburg. 10, 1—53 (1935). — (2) Ebenda 9, 41—66 (1934). — MALME, G. O. A. N.: (1) Ark. Bot. (schwed.) 27 A, Nr 5, 1—40 (1935). — (2) Ebenda 28 A, Nr 7, 1—53 (1936). — (3) Ebenda 28 A, Nr 9, 1—27 (1936). — (4) Ebenda 28 B, Nr 2, 1—4 (1936). — MARCO, H. F.: Tropical Woods 44, 1—20, 6 Taf. (1935). — MARKGRAF, FR.: Ber. dtsh. bot. Ges. 54, 191—229, Taf. 1—8 (1936). — MATTFELD, J.: Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem 13, 288—290, 298—303 (1936). —

MAURITZON, J.: (1) Ark. Bot. (schwed.) **26 A**, Nr. 10, 1—8 (1935). — (2) Ebenda Nr 15, 1—14 (1935). — (3) Bot. Notiser **1936**, 161—212. — (4) Sv. bot. Tidskr. **30**, 79—113 (1936). — (5) Ebenda 541—550. — (6) Acta Horti Gotoburg. **9**, 1—21 (1934). — McNAIR, J. B.: Bull. Torrey bot. Club **62**, 515—532 (1935). — Mez, C.: Bot. Archiv **38**, 86—104 (1936). — MILNE-REDHEAD, E.: (1) Kew Bull. **1936**, 255—274, 8 Abb. — (2) Feddes Repert. spec. nov. **41**, 227—235 (1937). — MOESCHL, W.: Ebenda **41**, 153—163 (1936). — MOLDENKE, H. N.: (1) Ebenda **39**, 129—153 (1936). — (2) Ebenda **39**, 288—317 (1936); **40**, 38—131 (1936). — (3) Ebenda **40**, 153—205 (1936). — (4) Ebenda **41**, 1—76 (1936). — (5) Ebenda **41**, 129—143 (1936). — (6) Bull. Torrey bot. Club **63**, 345—349 (1936). — MOORE, J. A.: Amer. J. Bot. **23**, 279—290, 348—355 (1936). — MOORE, M., u. F. P. DE ALMEIDA: Ann. Missouri bot. Gard. **23**, 543—550 (1936). — MORTON, C. V.: (1) J. Arnold Arboretum Harvard Univ. **17**, 341—349 (1936). — (2) J. Washington Acad. Sci. **25**, 284—291 (1935). — MUELLER, K. M.: Mitt. dtsh. dendrolog. Ges. **47**, 54 bis 123 (1935); **48**, 82—127 (1936). — MUENTZING, A.: Hereditas (Lund) **21**, 263 bis 378 (1936).

NAKAI, T.: Jap. J. of Bot. **12**, 1—17, 71—88 (1936). — NEGODI, G.: Nuovo Giorn. bot. Ital. **43**, 416—424 (1936). — NEUHOFF, W.: Ark. Bot. (schwed.) **28 A**, Nr 1, 1—57, 8 Taf. (1936). — NORDHAGEN, R.: Bergens Mus. Årbok **1935**, Naturv. rekke **1**, 183 S., 10 Taf.

OHWI, J.: Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B **11**, Nr 5, 229—530 (1936). — OLENOV, J. M.: Bot. Archiv **37**, 140—149 (1935). — OMANG, S. O. F.: Die Hieracien Norwegens I Piloselloidea, 179 S., 4 Taf. Oslo 1935. — ONNO, MAX, u. FRANZ BERGER: Bot. Zbl., Abt. B **56** (Beih.), 83—136 (1936). — OOSTSTROOM, S. J. VAN: Blumea **2**, 98—100 (1936).

PALM, B. T.: Ark. Bot. (schwed.) **25 A**, Nr 16, 1—16 (1934). — PAMPANINI, R.: Archivio Bot. **12**, 109—134, 5 Fig. (1936). — PASCHER, A.: Die Süßwasserflora Mitteleuropas, Heft **15**, Pteridophyten und Phanerogamen von H. GLUECK, 486 S., 258 Abb. Jena 1936. — PASCHER, A., in RABENHORST: Kryptogamenflora, 2. Aufl., **11**, Lief. 1, 1—160 (1937). — PAX, F., in ENGLER-PRANTL-HARMS: Die Natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., **17b**, 693—700. Leipzig 1936. — PAX, F., u. K. HOFFMANN: Ebenda 146—226. — PEIRCE, A. S.: Tropical Woods **46**, 1—14 (1936). — PENZES, A.: Botanikai Közlem. **33**, 1—43 (1936). — PERCIVAL, J.: Ann. of Bot. **50**, 427—436, Taf. 6 (1936). — PERRIER DE LA BATHIE, H.: (1) Notulae Systematicae Paris **5**, 17—72, 82—105 (1935/36). — (2) Ebenda **5**, 217—260 (1936). — (3) Bull. Soc. bot. France **83**, 22—25 (1936). — (4) Notulae Systematicae Paris **5**, 158—160 (1936). — (5) Ebenda 176—178. — PETERSON, D.: Bot. Notiser **1936**, 281—419. — PETER-STIBAL, ELFRIEDE: Feddes Repert. spec. nov. **39**, 173—186 (1936). — PILAT, A.: Bot. Zbl., Abt. B **56** (Beih.), 1—82, Taf. 1—8 (1936). — PILGER, R.: Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 106—107 (1936). — PINKERTON, ELIZABETH: Ann. Missouri bot. Gard. **23**, 1—68, Taf. 1—6 (1936). — POELLNITZ, K. VON: (1) Jb. Kakteenk. **1**, 89—93 (1936). — (2) Feddes Repert. spec. nov. **41**, 193—220 (1937). — (3) Ebenda **39**, 193—270 (1936). — PORTO, P. CAMPOS, u. C. BRADE: Arch. Inst. biol. Veget. Rio de Janeiro **2**, 209—213 (1935). — POSTHUMUS, O.: Rec. Trav. bot. néerl. **33**, 775—802 (1936). — POTIER DE LA VARDE, R.: Bull. Soc. bot. France **83**, 73 bis 76 (1936). — PRAT, H.: (1) Ann. des Sci. natur., 10. sér. **18**, 165—258 (1936). — (2) Bull. Soc. bot. France **82**, 498—506 (1935). — PUGSLEY, H. W.: (1) J. of Bot. **74**, 273—288 (1936). — (2) J. Linnean Soc. London **50**, 267—289, 2 Taf. (1936). — PULLE, A.: Flora of Surinam. Kon. Ver. Kolon. Inst. Amsterdam Meded. 30. Afd. Handelsmuseum **11** **2**, 145—336, Amsterdam 1936.

RECHINGER FIL., K. H.: Ark. Bot. (schwed.) **26 A**, Nr 3, 1—58, 6 Taf. (1934). — REDINGER, K.: (1) Ebenda **25 A**, Nr 13, 1—20, 1 Taf. (1934); **26 A**, Nr 1, 1—105, 7 Taf. (1934); **27 A**, Nr 3, 1—103, 6 Taf. (1935). — (2) Ebenda **28 A**, Nr 8, 1—122,

75 Fig. (1936). — REEVES, R. G.: Amer. J. Bot. **23**, 291—296, 394—405 (1936). — REHDER, A.: J. Arnold Arboretum Harvard Univ. **17**, 47—49, Taf. 178 (1936). — REIMERS, H.: Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 36—52 (1936). — RENNER, O.: Flora (Jena), N. F. **31**, 182—226 (1937). — RICKETT, H. W.: Bot. Gaz. **97**, 780—793 (1936). — ROBYNS, W.: Flore agrostologique du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, 386 S. Bruxelles 1934. Inst. Nat. Etude Agron. Congo Belge et Direct. générale de Agric.). — ROHWEDER, H.: Bot. Zbl., Abt. A **54** (Beih.), 507 bis 519 (1936). — ROTHMALER, W.: Feddes Repert. spec. nov. **40**, 208—212 (1936). — RYTZ, WALTER: Ber. schweiz. bot. Ges. **46**, 517—544 (1936).

SAMUELSSON, G.: Sv. bot. Tidskr. **30**, 697—721, Taf. 8—11 (1936). — SANDWITH, N. Y., in HOOKER: Icones plantarum, 5. ser. **4**, Pt. 1, Taf. 3325 (1936). — SAX, KARL: (1) J. Arnold Arboretum Harvard Univ. **17**, 153—158, Taf. 189 (1936). — (2) Ebenda 352—356. — SCHLENKER, G.: (1) Feddes Repert. spec. nov. **90** (Beih.), 1—40, 2 Taf. (1936). — (2) Flora (Jena) **130**, 305—350 (1936). — SCHMALE, F.: Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 23—26 (1936). — SCHMUCKER, TH.: Bot. Zbl., Abt. A **53** (Beih.), 427—438 (1935). — SCHROETER, HILDE, u. HUBERT WINKLER: Feddes Repert. spec. nov. **83** (Beih.), Heft 2, 1—174, 32 Taf. (1936). — SCHULZ, O. E., in ENGLER-PRANTL-HARMS: Die Natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., **17b**, 227—658. Leipzig 1936. — SCHULZE, GEORG KARL: Englers bot. Jb. **67**, 437—492 (1936). — SCHWARZ, O.: (1) Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 1—22 (1936). — (2) Feddes Repert. spec. nov. **86** (Beih.) (= Beitr. Systematik u. Pflanzengeogr. **13**), 61—70 (1936). — (3) Ebenda Sonderbeih. D, I Textband Lief. 1—2, II Atlas der Blattformen Lief. 1—2 (1936). — (4) Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 226—243 (1936). — (5) Cavanillesia **8**, 65—100 (1936). — SENAY, P.: Bull. Soc. bot. France **83**, 330—343 (1936). — SETCHELL, W. A.: Univ. California Publ. Bot. **19**, 141—158, Taf. 16—19 (1935). — SETCHELL, W. A., u. N. L. GARDNER: Rev. algol. **7**, 131—138 (1934). — SHERFF, EARL E.: Bot. Ser. Field Mus. Nat. Hist. **11**, 279—475 (1936). — SHIH, Y. K.: Lingnan Sci. J. Canton **15**, 365—378, 607—612 (1936). — SILBERSCHMIDT, K.: Archives Inst. biol. São Paulo **7**, 33—50 (1936). — SIMONET, M.: Bull. Soc. bot. France **82**, 624 (1935). — SINGER, R.: (1) Ann. Mycolog. **34**, 286—378 (1936). — (2) Bot. Zbl., Abt. B **56** (Beih.), 137—174 (1936). — SKOTTSSBERG, C.: (1) Sv. bot. Tidskr. **30**, 722—743 (1936). — (2) Acta Horti Gotoburg. **11**, 209—222 (1936). — SLEUMER, H.: (1) Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem **13**, 108—111 (1936). — (2) Ebenda 111—140. — (3) Ebenda 211—313. — (4) Ebenda 356—359. — (5) Ebenda 362—363. — SMITH, A. C.: Bull. Torrey bot. Club **63**, 307—316, 13 Fig. (1936). — SMITH, L. B.: Contrib. Gray Herb. Harvard Univ. **106**, 157—220, Taf. 1—4 (1935); Proc. amer. Acad. Arts Sci. **70** (1935). — SNOWDEN: The Cultivated Races of Sorghum. Trustees of the Bentham-Maxon Fund, 274 S., 40 Taf., 30 Textfig. London 1936. — SÖDERBERG, E.: Sv. bot. Tidskr. **30**, 537—540 (1936). — Soo, R. VON, u. ROSE PALITZ: Feddes Repert. spec. nov. **40**, 241—273 (1936). — SOUEGES, R.: Bull. Soc. bot. France **83**, 317—329 (1936). — STANER, P.: (1) Bull. Jard. bot. Bruxelles **13**, 7—10 (1934). — (2) Ebenda 105—108. — STIBAL, ELFRIEDE: (1) Acta Horti Gotoburg. **9**, 101—145 (1934). — (2) Ebenda **10**, 55—69 (1935). — STOJANOFF, N.: Spis. bulg. Akad. Nauk. **53**, 95—131 (1936). — STOKES, S. G.: The genus Eriogonum, a preliminary study based on geographic distribution 124 S. San Francisco 1936.

TAKAMATSU, M.: Saito Ho-On Kai Museum Res. Bull. **8**, 71—99, 9 Taf., 6 Fig. (1936). — TANAKA, T.: (1) Sci. Pap. Inst. algol. Res. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo **1**, 141—173 (1936). — (2) Blumea **2**, 101—110 (1936). — TAYLOR, G.: J. of Bot. **74**, 33—41 (1936). — TEHON, LEO ROY: Univ. Illinois Bull. **32**, Nr 51, 151 S., 5 Taf. (1935). — THENINT, A.: Bull. Soc. bot. France **83**, 389—393 (1936). — THERON, J. J.: Feddes Repert. spec. nov. **40**, 1—37, Taf. 206—211 (1936). — THOMAS, BERTHOLD: Englers bot. Jb. **68**; 1—106 (1936). — THOMAS, H. HAMSHAW:

Proc. Linnean Soc. London **148**, 26—31 (1935). — TIFFANY, L. H.: *Brittonia* **2**, 173—174, Taf. 3 (1936). — TILDEN, JOSEPHINE: *The Algae and their Life Relations*. Univ. Minnesota Press, Oxford Univ. Press **1935**, 550 S., 257 Fig. — TSEN, M.: *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* **68**, 283—334 (1935). — TURESSON, G.: *Bot. Notiser* **1936**, 421—430. — TURRILL, W. B.: *Proc. Linnean Soc. London* **1934/35**, 104 (1935).

UTTLEN, H.: *Rec. Trav. bot. néerl.* **33**, 133—155, 277—291 (1936). — ULBRICH, E.: *Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem* **13**, 140—150 (1936). — UPHOF, J. C. TH., in ENGLER-PRANTL-HARMS: *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2. Aufl., **17b**, 704—727. Leipzig 1936.

VELENOVSKÝ, JOS.: *Monographia Discomycetum Bohemiae*, 436 S., 31 Taf. Prag 1935. — VISCHER, W.: (1) *Ber. schweiz. bot. Ges.* **45**, 372—410 (1936). — (2) *Verh. naturforsch. Ges. Basel* **46**, 66—103 (1935). — VOSS, J. W.: *Bull. Torrey bot. Club* **64**, 81—96 (1937). — VOUK, V.: *Acta Adriatica* **8**, 1—47, 9 Taf. (1936).

WATANABE, K.: *Jap. J. of Bot.* **12**, 603—618, 698—711, 759—773, 848—858 (1936). — WATKINS, G. M.: *Amer. J. Bot.* **23**, 328—333 (1936). — WATSON, E. V.: *Notes R. bot. Gard. Edinburgh* **19**, 135—156, Taf. 248—252 (1936). — WEBBER, J. E.: *Amer. J. Bot.* **23**, 577—587 (1936). — WEIMARCK, H.: *Sv. bot. Tidskr.* **30**, 474—482 (1937). — WHEELER, HELEN-MAR: *Univ. California Publ. Bot.* **18**, 45 bis 68 (1935). — WHEELER, LOUIS C.: *Bull. Torrey bot. Club* **63**, 397—416, 429—450 (1936). — WHITAKER, TH. W., u. J. A. STEYERMARCK: *Bull. Torrey bot. Club* **62**, 69—73 (1935). — WIGER, J.: *Embryological studies on the families Buxaceae, Meliaceae, Simarubaceae, and Burseraceae*. Lund 1935; *Bot. Notiser* **1936**, 585 bis 589. — WILMOTT, A. J.: *Proc. Linnean Soc. London* **1934/35**, 110—111. — WODEHOUSE, R. P.: (1) *Pollen Grains. Their structure, identification and significance in science and medicine*, 574 S. New York and London 1935. — (2) *Bull. Torrey bot. Club* **63**, 495—514, 1 Taf. (1936). — (3) *Amer. J. Bot.* **23**, 535—539 (1936). — WOODSON, R. E.: (1) *Ann. Missouri bot. Gard.* **23**, 169—438, Taf. 1—7 (1936). — (2) *Sunyatsenia* **3**, 65—105 (1936). — WU, Y. C.: *Notizbl. bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem* **13**, 364—376 (1936). — WUNDERLICH, ROSALIE: *Österr. bot. Z.* **85**, 30—55 (1936).

ZELLER, S. M., u. C. W. DODGE: *Ann. Missouri bot. Gard.* **23**, 599—655 (1936).

5. Paläobotanik.

Von MAX HIRMER, München.

Mit 9 Abbildungen.

Vorbemerkung. Der diesjährige Bericht umfaßt vorwiegend eine Anzahl großer und für den Ausbau unserer Kenntnisse einiger wichtiger Pflanzengruppen höchst bedeutsamer monographischer Bearbeitungen; so der Anatomie der oberkarbonischen *Calamiten*, der Anatomie und Morphologie der ebenso interessanten als fremdartigen *Cladoxylon* des Thüringischen Unterkarbons, ferner von echten Farnen: der *Matoniaceen* und der *Dipteridaceen*, sowie des problematischen *Knorripteris*, schließlich der gesamten derzeit bekannten *Ginkgoales des Mesozoikums*. Daneben Angaben zur Vertiefung unserer Kenntnisse einer Anzahl von *Karbon-Pflanzen*. Abgesehen wurde aus Raumgründen von einer Behandlung der in letzter Zeit erschienenen Arbeiten mehr minder pflanzengeographischen Inhaltes, über welche im nächsten Band eingehender zu berichten sein wird.

I. Lycopodiales.

1. Lepidophyten. Über einige Lepidophytenblüten aus dem Oberkarbon hat BOCHENSKI TADEUSZ interessante Mitteilungen gemacht:

Lepidostrobus maior (Bgt.). Die Art war bisher nur bekannt in den Megasporophyllen und den Megasporen und ist erst heute durch den genannten Autor in ganzen Blüten, allerdings nur solchen mit nur Megasporophyllen, gefunden worden. Blüte von 2—3½ cm im Durchmesser. Im Gegensatz zu den anderen Lepidostroben, wo das Megasporangium der Megasporophylle noch jeweils eine größere Anzahl von Megasporen einschließt, enthält das Megasporangium von *L. maior* nur noch eine einzige Megasporentetrade, und diese liefert normalerweise schließlich nur eine einzige sehr große Megaspore: *Triletes giganteus* Zerndt; während die drei anderen Megasporen der Tetrade verkümmern. Während diese an der großen Megaspore stets distal anliegen, ist diese selbst proximalwärts mittels eines flügelartigen Auswuchses des Exospors an der sehr kräftig entwickelten Sporangienwand angeheftet. Alles weist darauf hin, daß die einzige und ausnehmend große (bis zu 5,1 × 11,5 mm) Megaspore bereits innerhalb des Megasporangiums ihr Megaprothallium gebildet hat und hier auch bereits die Archegonbefruchtung stattgefunden hat, worauf das Anhaften zahlreicher Mikrosporen an der Megasporenwand einerseits hinweist und andererseits die Tatsache, daß die noch in den Sporangien befindlichen Megasporen, sofern sie in ausgewachsenem Zustand gefunden werden, an ihrer Spitze längs der bekannten Y-Leisten bereits dreilappig aufgeplatzt sind.

Lepidostrobus bohdanowiczii Tadeusz nov. sp., gleichfalls bekannt in nur megasporophylltragenden, also offenbar gleichfalls eingeschlechtigen Zapfen; im Megasporangium gleichfalls nur eine große Megaspore; die drei übrigen aus der einzig entwickelten Tetrade hervorgehenden Megasporenanlagen (im Gegensatz zu *L. maior*) jedoch an der proximalen, das ist adaxialen Sporangien­seite liegend, und die Megaspore nicht mittels Exosporäuswuchses an der Sporangienwand angeheftet, sondern ganz frei im Megasporangienraum liegend. Megaspore gleichfalls von enormer Größe (bis 11,5 mm lang und 5,7 mm breit), entspricht *Sporites varians* Wicher. Mikrosporen nur 35 μ im Durchmesser, gelegentlich den Megasporangien anhaftend nachgewiesen.

Sigillaristrobus czarnockii Tadeusz nov. sp. Zapfen nur mit Megasporophyllen bekannt. In den einzelnen Megasporangien je 12 Megasporen vom Typ *Triletes maius* Kidston; Megasporen von ziemlich verschiedener Größe: maximal bis 2,7 mm im Durchmesser; größte Sporen in den Megasporangien des unteren Zapfenteiles, kleinste (weil unreife) Sporen gegen den Zapfenscheitel zu. Von den einzelnen Megasporentetraden verkümmern 1—3 Sporen. Im Gegensatz zu den äußerst kräftig gebauten und persistenten Sporangien der oben geschilderten zwei *Lepidostrobus*-Arten unterlagen die Sporangien des in Rede stehenden *S. czarnockii* bereits während des Heranreifens der Sporen der Vernichtung.

Den oben geschilderten von TADEUSZ näher beschriebenen bzw. gut aufgeklärten zwei *Lepidostrobus*-Arten kommt ein besonderes Interesse zu insofern, als sie gegenüber den bisher bekannten *Lepidostrobus* Arten eine extreme Reduktion der Zahl der im Megasporangium eingeschlossenen Megasporen aufweisen derart, daß die Reduktion noch über die uns von *Bothrostrobus mundus*, *Pinacodendron ohmanni* sowie den rezenten *Selaginella*-Arten her geläufige hinausgeht, indem von der einzigen zur Reife gelangenden Megasporentetrade nur noch eine einzige Megaspore entwickelt wird. Über diesen für die beiden genannten *Lepidostrobus* *L. maior* und *L. bohdanowiczii* geschilderten Zustand im ganzen hinaus sind dann die Verhältnisse bei *L. maior* noch obendrein dahin vorgetrieben, daß die einzige im Megasporangium eingeschlossene Spore mittels eines eigenen Anheftungsapparates der sehr persistenten Megasporangienwand angeheftet wird und sich in dem Megasporangium sowohl die Entwicklung des Megaprothalliums als auch die Befruchtung der Eizelle vollzieht. Wenn die Megaprothallien diesen Zustand erreicht haben, scheinen sie mit samt dem zugehörigen Megasporophyll, an dem sie entwickelt worden sind, von der Blüte abgefallen zu sein. *Lepidostrobus maior* stellt damit ein höchst interessantes Zwischenglied zwischen den normalen *Lepidodendron*-Blüten einerseits und den samentragenden *Lepidocarpon*-Arten andererseits dar. Der Unterschied gegenüber *Lepidocarpon* besteht darin, daß bei letzteren auch noch die gesamte Embryoentwicklung sich innerhalb des Megasporangiums vollzieht und das Megasporophyll während dieser ganzen Zeit an der Blütenzapfenachse und damit an der Pflanze selbst anhaften bleibt, und daß ferner die Megasporangienwand völlig erhalten bleibt und außerdem noch eine Art Samenschale aus einer flügelartigen Verbreiterung des gerade unter dem Megasporangium befindlichen Mega-

sporophyllabschnittes entsteht (vgl. diesbezüglich die Zusammenstellung in HIRMER, Handbuch S. 328—336).

2. Paläozoische baumförmige Lycopodiales unsicherer Stellung. *Pinacodendron ohmanni* Weiss (einschließlich *P. musicum* Weiss). Genaueres über die Sporophylltragung dieser zweifellos baumförmigen Lycopodiale hat MARTENS (1 und 2) bekanntgemacht. Die Gattung ist bekanntlich dadurch ausgezeichnet, daß die Sporophylle nicht wie bei den Lepidophyten und anderen zu eigenen Blüten zusammengefaßt sind, sondern über die Oberfläche der Sprosse verteilt vorkommen. Man hat aber bisher angenommen, daß die Sporophylle zum mindesten über größere Strecken hinweg an Stelle der Trophophylle entwickelt gewesen sind, daß also zwischen Sporo- und Trophophyll ein annähernd regelmäßiger Wechsel bestanden hat, wie das auch z. B. für manche rezente *Lycopodium*-Arten gilt. MARTENS hat indes zeigen können, daß zwar — wie das schon durch KIDSTON bekannt war — gelegentlich die Sporophylle auf weitere Strecken allein entwickelt sind, daß aber in sehr vielen anderen Fällen die Sporophylle einfach unter die Trophophylle eingestreut sind und daß auch die Mikro- und Megasporephyllle zueinander kein bestimmtes Lageverhältnis haben, insofern als sich regellos Mikrosporephyllle zwischen Megasporephyllen und umgekehrt eingestreut finden können.

Daneben hat MARTENS auf die Eigentümlichkeit aufmerksam gemacht, daß alte Megasporangien, bei welchen eine Ausstreuung der vier (einer einzigen Tetrade angehörenden) Megasporen des Megasporangiums nicht statthatte, von Periderm der Sporo- überwallt und eingedacht werden können.

II. Articulatales.

1. Sphenophyllineae. An Hand strukturbietenden Materials aus einer Dolomitknolle des belgischen mittleren Oberkarbons beschreibt LECLERCQ (1—3) eine sehr komplex gebaute *Sphenophyllum*-Blüte, die sie mit *Sph. fertile* Scott in Beziehung bringt. Die genannte Blüte zeigt die einzelnen Sporophylle in superponierten, meist sechsgliedrigen Quirlen gestellt. Die einzelnen Sporophylle sind serial geteilt in einen sterilen, in sich noch einmal kollateral geteilten Brakteenabschnitt und einen adaxialen, in eine Menge (14—18) einzelner Teilsporangiphore aufgelösten Gesamtsporangiphoreabschnitt, wobei dessen einzelne Auszweigungen (Teilsporangiphore) von schildförmiger Gestalt sind und am oberen und unteren Schildrand je ein Sporangium tragen. Damit würde sich das bisher bekannte Bild der Sporophyllgestalt von *Sph. fertile* dahin ändern, daß der abaxiale Sporophyllabschnitt nicht fertil, sondern brakteenartig steril ist, und daß sowohl der adaxiale als der abaxiale Abschnitt nicht zufolge je zweifach hintereinander erfolgender Gabelteilung kollateral vierteilig ist, sondern daß der abaxiale Abschnitt zweiteilig, der adaxiale aber vierzehn- bis achtzehnteilig ist.

Daß diese starke Durchteilung des fertilen adaxialen Abschnittes sich, wenn man sie entwicklungsgeschichtlich verfolgen könnte, gleichfalls als durch seriale und kollaterale Gabelteilungen zustande gekommen erweisen würde, ist sehr wahrscheinlich. Die starke Verzweigung im adaxialen Sporangiothortheil des von LECLERCQ beschriebenen *Sphenophyllum* ist letzten Endes nichts anderes als eine extreme Fortführung der für alle *Sphenophyllum*-Sporophylle zutreffenden mehr oder minder weitgehenden serialen und kollateralen Gabelteilungen. Bezüglich dieser sei auf die Zusammenstellung des bisher darüber Bekannten bei HIRMER verwiesen.

Dagegen erscheint es doch fraglich, ob die von LECLERCQ beschriebene Blüte wirklich mit *Sphenophyllum fertile* Scott identifiziert werden darf, wie das die Autorin auf Grund ihres Vergleichs mit den Originalen SCOTTS tun zu dürfen meint. Es möchte sich doch wohl empfehlen, der von LECLERCQ beschriebenen Blüte einen eigenen Artnamen zu geben. Es ist auch schwer zu glauben, daß ein Forscher von der Bedeutung SCOTTS sich in der Beurteilung des ihm vorliegenden Materials so weitgehend getäuscht haben sollte, daß er übersehen hätte, daß bei dem ihm vorliegenden Material der abaxiale Sporophyllabschnitt steril statt fertil gewesen ist.

2. Calamitineae (Equisetineae).

a) *Asterocalamites* Schimper. Hier interessiert, daß durch CARPENTIER und MARTEL Blüten gefunden worden sind, die gabelgeteilt sind: eine sehr ursprüngliche Erscheinung, die sich bekanntlich auch bei den Blüten der ältesten Artikulaten, den Protoartikulaten *Calamophyton* und *Hyeria* findet. Die erwähnten *Asterocalamites*-Blüten dürften zu *A. scrobiculatus*, forma *minor* gehören und stammen aus dem Unterkarbon von Monfrou (Mayenne).

b) *Calamites* Suckow und *Arthropitys* Goeppert. Die Kenntnis der Anatomie der strukturbietenden Stamm- und Sproßreste der Calamiten ist sehr wesentlich durch die Untersuchungen von KNOELL (als vierter Beitrag der von HIRMER herausgegebenen Untersuchungen über strukturbietende paläozoische Pflanzen) gefördert worden. Die Untersuchungen haben zum Gegenstand die dem mittleren Oberkarbon Westdeutschlands und Englands angehörigen Reste, und zwar nur soweit sie der Gattung *Arthropitys* Goeppert angehören.

Während bisher die Kenntnis der strukturbietenden Reste dieser Gattung, was die allgemeine Anatomie betrifft, bereits durch die Untersuchungen von WILLIAMSON und SCOTT sowie durch HIRMER und andere gut aufgeklärt war, lag ihre Systematik noch sehr im argen und ist nunmehr durch KNOELL wesentlich geklärt worden, allerdings unter Ausschluß der aus dem stephanischen Oberkarbon und dem Rotliegenden bekannten Formen. Die Arten des mittleren Oberkarbons gliedern sich nach KNOELL folgendermaßen:

- A. Formen mit stärkerer bis starker Sekundärxylembildung.
 - I. Sekundärxylem beträchtlich:

i. Primäre Markstrahlen bei steigendem Sekundärzuwachs allmählich verschwindend.

a) Verschmälerung der primären Markstrahlen von deren Flanken zur Mediane fortschreitend, so daß (im Querschnitt) die primären Markstrahlen von innen nach außen in allmählich schmaler und schmaler werdende, schließlich nahezu völlig verschwindende Keile auslaufen: *A. communis* (Binney) Hirmer u. Knoell nov. comb.

b) Primärmarkstrahlen durch Einschaltung medianer und radialer Tracheidenreihen aufgeteilt; die so entstehenden Teilmarkstrahlen allmählich verschwindend: *A. communis* var. *interlignea* Hirmer u. Knoell nov. var.

2. Primäre Markstrahlen plötzlich verschwindend:

a) Primärmarkstrahlen überhaupt nicht in das Sekundärxylem hineinreichend; in dem mächtig entwickelten Sekundärxylem treten Parenchymbänder auf, die gleichmäßig über Faszikular- und Interfaszikular-Sekundärxylem verteilt sind: *A. hirmeri* Knoell nov. spec.

b) Primärmarkstrahlen zwar etwas in das Sekundärxylem noch hineinreichend, dann aber gleichfalls erlöschend, so daß letzten Endes der Sekundärxylemmantel gleichfalls ein einheitlicher wird: *A. hirmeri* var. *intermedia* Knoell nov. var.

3. Parenchym mit steigendem Sekundärzuwachs zunehmend. Dies entweder zufolge Anreicherung des Parenchyms im Interfaszikular-Sekundärxylem (mittels fächerartiger Verbreiterung der Primärmarkstrahlen oder zufolge Auskeilens der Primärmarkstrahlen und Parenchymanreicherung im Faszikularsekundärxylem): *A. feliai* Hirmer u. Knoell nov. sp.

II. Sekundärzuwachs offenbar keine beträchtliche Tiefe erreichend. Primärmarkstrahlen und Faszikularxylemstreifen bleiben stets gleich breit; erstere sind schon von vorneherein vergleichsweise breit: *A. bistriatoides* Hirmer u. Knoell nov. sp.

B. Sekundärzuwachs äußerst gering.

I. Markhöhle extrem weit. Zahl der Primärbündel sehr groß. Karinalkanälchen mit breiten derbwandigen Einfassungsringen: *A. jongmansii* Hirmer.

II. Markhöhlenausmaß, Zahl der Primärbündel sowie Breite der Karinalkanälchen normal, d. h. wie bei Formen mit beträchtlichem Sekundärzuwachs. Entfernung der Primärbündel voneinander nur gering: *A. herbacea* Hirmer u. Knoell nov. spec.

Damit ist das Bild der strukturbietend erhaltenen Calamitenreste des mittleren Oberkarbons ein ähnlich mannigfaltiges geworden, wie es uns an Hand der im Abdruck und in Marksteinkernen bekannten Calamitenreste schon längst geläufig ist. Die Untersuchungen haben vor allem auch die Tatsache ergeben, daß neben Formen mit starker Holzbildung (manche der bekannten Calamiten müssen ja einen Stammdurchmesser von über 1 m erreicht haben) auch Formen mit geringer Holzbildung vorhanden waren, wie das auf Grund der inkohlt erhaltenen Reste bereits längst vermutet werden konnte.

Trotz der somit erzielten prinzipiellen Übereinstimmung des Bildes der Calamiten des mittleren Oberkarbons sowohl auf Grund strukturbietender als nicht strukturbietend erhaltener Stammreste, ist, wie die Darlegungen KNOELLS beweisen, eine direkte Identifizierung der strukturbietend erhaltenen Arten mit nichtstrukturbietend erhaltenen eine äußerst schwierige; vor allem ist es auffälligerweise derzeit noch nicht möglich, gerade die häufigsten Arten des einen wie des anderen Erhaltungstyps miteinander in Beziehung zu bringen, so häufig *A. communis* einer-

seits und in entsprechenden Schichten auch andererseits *Calamites suckowi* Bgt. und *C. undulatus* Stbg. sind, so kann dennoch nicht daran gedacht werden, die Arten miteinander zu identifizieren. Auch für *A. communis* var. *interlignea* gilt das gleiche, wenschon bis zu einem gewissen Grade an Formen wie *C. cisti* Bgt. oder *C. paleaceus* Stur oder vielleicht auch *C. carinatus* Stbg. gedacht werden könnte. Mit einiger Wahrscheinlichkeit konnten dagegen in Vergleich gebracht werden: *A. jongmansii* mit *C. jubatus* L. u. H., ferner *A. hirmeri* mit *C. schützei* Stur und *A. hirmeri* fa. *intermedia* mit *C. schützeiformis* Kidst. u. Jongm. *forma typicus*.

c) Calamitenbeblätterung und Blüten: Die feinere Struktur der Blätter von *Annularia* Stbg. (einer der zu *Calamites* gehörigen Blattyphen) ist von WALTON an Hand einer Anzahl Arten durch Untersuchungen mittels der von ihm erfundenen Transfermethode sowie mittels Anwendung von Infrarotphotographie aufgeklärt worden. Unter den mannigfach festgestellten Einzelheiten ist zu erwähnen, daß die Blättchen von *A. sphenophylloides* Zenker, *A. galioides* (L. u. H.), *A. jongmansii* Walton nov. sp., *A. radiata* Bgt. und *A. fimbriata* Walton nov. sp. eine scharf ausgezogene Spitze besitzen, während derartiges bei *A. stellata* Schloth. fehlt. Ein System von Zellen dunklen (?schleimigen) Inhalts findet sich über die Oberfläche der Blätter verstreut wie das bereits durch THOMAS (1911) für die Epidermen der Blätter mancher *Asterophyllites*-Arten nachgewiesen wurde. Die Blättchen von *A. sphenophylloides* und bis zu einem gewissen Grad auch von *A. stellata* zeigen ferner eine kräftige Hydathodenentwicklung an der Spitze. Bei *A. fimbriata* sind die Ränder der eingerollten Blättchen reichlich mit Reihen von mehrzelligen Haaren besetzt.

Abgesehen von den mannigfachen Einzelheiten liegt der Wert der Untersuchungen darin, daß sie einen Weg zeigen, mit Hilfe der WALTONschen Transfermethode wesentlich weiter einzudringen in die Kenntnis der nur in inkohltem Zustand vorliegenden Karbonpflanzenreste als bisher möglich schien.

Von neuestens bekanntgewordenen Artikulatenblüten sei *Macro-stachya thompsonii* Darrah sp. nov. (aus dem Karbon von Illinois: Mazon Creek) hervorgehoben. Die Entdeckung ist insofern wichtig, als DARRAH (1) feststellen konnte, daß die Stellung der Sporangiphore hier wie bei *Calamostachys* ist. In der 21 cm langen Blüte befinden sich gegen 53 Sporangiphor- und ebenso viele Brakteenquirle. Über die Stellungs- und Zahlenverhältnisse der Brakteen zu den Sporangiphoren sind keine Angaben gemacht.

III. Filicales.

1. Eusporangiatae. Schön erhaltene Fruktifikationen zu *Pecopteris fontainei* (Lesq.) beschreibt DARRAH (2) aus der Allegheny-Formation des

Karbons von Mazon Creek, Illinois. Es handelt sich um *Crossotheca sagittata* (Lesq.). Die Fruktifikationssysteme sind zwei- bis dreifach durchgefiederte Spindeln, an den lanzettlichen Ausgliederungen letzter Ordnung sitzen die zwölf freien 3—5 mm langen, gegen 128 Sporen enthaltenden Sporangien in „epauletten“artiger Tragung an. Die Art gehört auf Grund der Ausbildung der sterilen Wedelteile in den Formenkreis von *Pecopteris miltoni-abbreviata*. Es ist aber dieser auf die sterilen Fiederchen begründete Formenkreis durchaus kein natürlicher, indem, worauf DARRAH hinweist, in ihm *Asterotheca*- und *Crossotheca*-artige Synangienbildungen sich finden, und außer echten (eusporangiaten) Farnen von Marattiaceen-Verwandschaft (*A. miltoni*, *Cr. sagittata*) auch noch möglicherweise Pteridospermen eingeschlossen sind, nämlich *Pecopteris (Asterotheca) wongii* Halle. Andernteiles ist auch *Crossotheca* sicher lediglich aufzufassen als eine Form synangialer Zusammenfassung von Sporangien, gleichgültig ob Iso- oder Mikrosporangien, was eben ihre Zugehörigkeit teils zu echten Farnen teils zu echten Pteridospermen beweist. Darüber sei auf die Auseinandersetzungen des Referenten in Fortschr. Bot. 1, 91 und ferner 5, 83 verwiesen.

2. **Matoniaceae.** Dieser heute auf zwei Gattungen mit je zwei Arten und ein vergleichsweise enges Verbreitungsareal im Gebiet der asiatischen Tropen beschränkten Familie haben HIRMER und HÖRHAMMER (1 und 2) eine monographische Studie gewidmet. Die Untersuchungen erstrecken sich 1. über die Systematik der Familie, ihre Gattungen und Arten; 2. über die Klarstellung einiger bisher in Schwebe gewesener Probleme der allgemeinen Morphologie dieser Familie, wie a) allgemeiner Aufbau und Symmetrieverhältnisse des Wedels, b) Sorusgestaltung und Morphogenie der Indusiumentwicklung, c) Gestaltung des Sporangiumbaues; 3. die pflanzengeographische Verbreitung einst und jetzt.

Hinsichtlich der Systematik sind die fossilen Angehörigen der Familie unterzubringen in die 4 Gattungen: *Phleboptervis* Brongniart, *Selenocarpus* Schenk, *Matonidium* Schenk, *Matoniella* Hirmer u. Hörhammer. Die Fassung der Arten ist eine vergleichsweise sehr weite, so daß eine ganze Anzahl bisher beschriebener Arten je in eine Großart zusammengefaßt sind. Die Berechtigung dazu leiten die Verfasser daraus ab, daß die jetzt in den einzelnen Großarten untergebrachten bisherigen Arten so sehr durch Übergänge miteinander verknüpft sind, daß sich eine exakte Grenze nicht ziehen läßt. Der Gattungsname *Phleboptervis* Bgt. ersetzt den bisher gebräuchlichen Gattungsnamen *Laccopteris* Presl. Die Gattung enthält vier Arten *Phl. brauni* (Goepf.) H. u. H., *Phl. muensteri* (Schenk) H. u. H., *Phl. angustiloba* (Braun) H. u. H., *Phl. polyodioides* Bgt. Hervorgehoben sei, daß die Art *Phl. angustiloba*, die bisher unter *Andriania* C. Fr. Braun sowie die meisten der bisher unter *Gutbiera* Presl beschriebenen Reste einschließt. Monotypisch ist die Gattung *Seleno-*

carpus mit *S. muensterianus* (Presl) Schenk. Zur Gattung *Matonidium* Schenk gehören *M. goepperti* (Ett.) Schenk und — zufolge einer allerneuesten Feststellung durch SAHNI — *M. indicum* Sahni nov. spec. Die

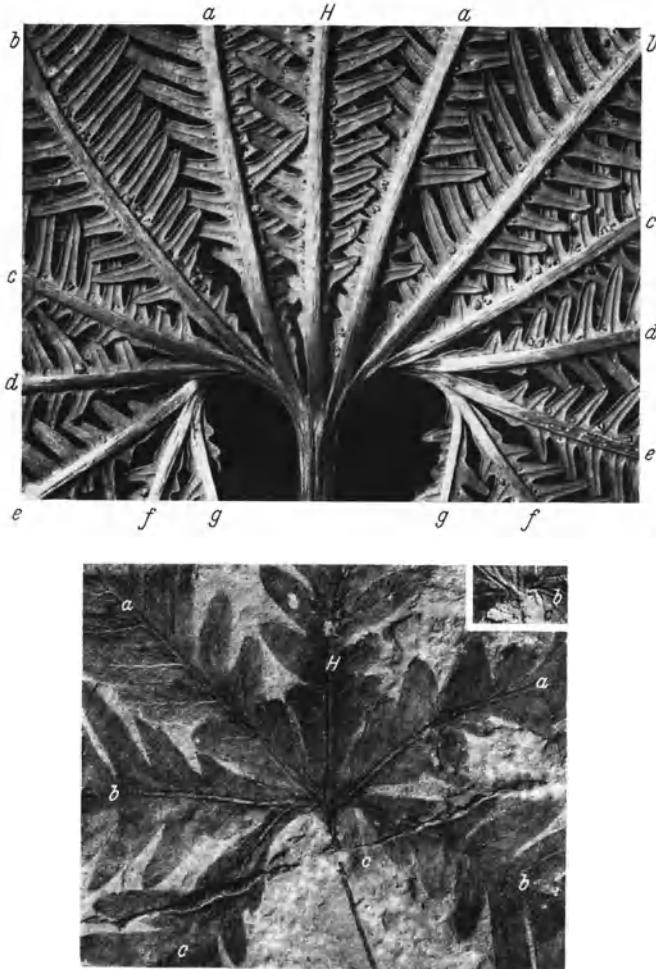


Abb. 10. Wedelmittelteile von *Matonia pectinata* R. Br. (rezent) und *Phlebopteris brauni* Göeppert spec. (fossil). *H* Haupt-Wedelteil, *a—g* bzw. *a—c* seitliche Wedelabschnitte. Rechts oben in der Abb. von *Phlebopteris brauni* ist die Ansatzstelle der einzelnen Wedelteile an den Wedelstiel noch unter anderer Beleuchtung wiedergegeben, um den normalen Abgang der rechten Seitenspindel *c* zu verdeutlichen. Etwa $\frac{2}{5}$ - bzw. $1\frac{3}{4}$ mal nat. Gr. — (Nach HIRMER u. HOERHAMMER [1].)

bisher unter *Matonidium wiesneri* bekannte Art ist in die Gattung *Matoniella* H. u. H. nov. gen. eingereiht worden.

Für den Wedelaufbau aller Gattungen und Arten hat sich nachweisen lassen, daß er ein typisch monopodialer ist, ähnlich wie das bereits von HIRMER (Handbuch) im Gegensatz zu den Darstellungen in

der bisherigen Literatur vermutet worden ist. Die letzten Endes symmetrisch fußförmige Verzweigung des Wedels kommt zustande, indem die Basalfiedern des an sich einfach gefiederten Wedels ihrerseits mehr oder minder weitgehend exotroph und sympodial fiederig verzweigt sind. Dadurch entstehen beiderseits der Hauptspindel eine Anzahl von Wedelabschnitten, die in ihren Ausmaßen nahezu dem eigentlichen Wedelhauptteil gleichkommen können, die aber ihrer Entstehung nach als Fiedern ersten, zweiten, dritten usw. Verzweigungsgrades zu werten sind (Abb. 10). Exakt erwiesen werden konnte dies sowohl für den Wedel der rezenten *Matonia pectinata* als auch an Hand einer Anzahl Wedel verschieden junger Pflanzen der fossilen *Phlebopteris brauni* und *Selenocarpus muensterianus*.

Wenn der Wedel der rezenten Gattung *Phanerosorus* auf den ersten Blick völlig abweichend zu sein scheint, so ist demgegenüber hervorzuheben, daß auch sein Aufbau ein monopodial fiederiger ist, und daß das andere Aussehen dieses langen und kletternden Wedels in erster Linie dadurch bedingt ist, daß seine Fiedern 1. Ordnung in weiten Abständen voneinander entspringen, und daß seine Basalfiedern nicht irgendwie anders als die übrigen Fiedern geartet sind, also nicht irgendwie stärker sympodial verzweigt sind. Wenn dies letztere im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Wedeln aller übrigen Gattungen, sowohl der rezenten *Matonia* als der vier obengenannten fossilen, steht, so muß andererseits betont werden, daß bei *Phanerosorus* jede Fieder erster Ordnung ihrerseits, wenn auch allerdings nur in Andeutungen die exotrophe Verzweigung der Wedel der übrigen Gattungen wiederholt. Das Wesentliche aber ist, daß das Bild der Wedelgestaltung der Familie der Matoniaceen damit ein im ganzen einheitliches geworden ist und daß sich die Wedelgestaltung von *Phanerosorus* nur dadurch unterscheidet, daß die exotrophe Verzweigung einen Verzweigungsgrad später einsetzt als es bei den Wedeln der übrigen Gattungen der Fall ist.

Sorus- und Indusiumgestaltung: Während der Sorus der rezenten Matoniaceen durch ein äußerst kräftig entwickeltes schildförmiges Indusium superum charakterisiert ist, fehlt ein derartiges Indusium bei den ältesten fossilen Gattungen *Phlebopteris* und *Selenocarpus*. Für die jüngere Gattung *Matonidium* konnte aber nunmehr an Hand eines einzigartig schön erhaltenen Materials gezeigt werden, daß sich aus der Sorussäule, die bei den obengenannten älteren Gattungen *Phlebopteris* und *Selenocarpus* allein vorhanden ist, insofern die Andeutung eines Indusium superum herausentwickelt, als die Sorussäule nicht mehr wie bei *Phlebopteris* an der Stelle der Sporangienanheftung ihr oberes Ende erreicht, sondern vielmehr unter umgekehrt pyramidenförmiger Verbreiterung darüber hinaus verlängert ist. Dies ist ein Zustand, den entwicklungsgeschichtlich noch Sorus bzw. Indusium der rezenten *Matonia* durchlaufen. Es rekapituliert somit die Ontogenie der Sorusgestaltung der

rezenten Matoniaceen die Phylogenie der Sorus- und Indusiumentwicklung innerhalb der Gesamtfamilie von den ältesten bekannten fossilen Gliedern ab (Abb. 11).

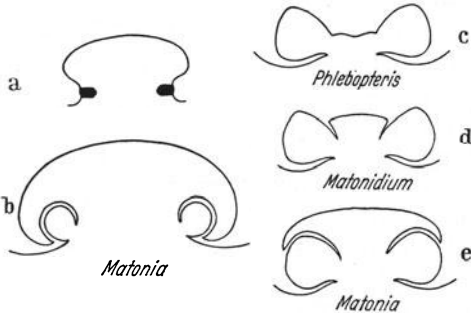


Abb. 11. Vergleichende Darstellung der Sorus-Gestaltung bei den Matoniaceen: a und b Entwicklung des Sorus bei *Matonia pectinata* halbschematisch im Anschluß an die Darstellung bei BOWER u. SEWARD: a junge Sorus-Anlage, die Sporangien-Initialen schwarz; b ältere Sorus-Anlage mit dem schon mächtig entwickelten Indusium superum; c—e reife Sori: c von *Phlebopteris muensteri* (noch kein Indusium entwickelt); d von *Matonidium goepperti* (Indusium-Bildung bereits angedeutet); e von *Matonia pectinata* (Indusium superum in voller Ausbildung). (Nach HIRMER u. HOERHAMMER [1].)

Der Sorus von *Selenocarpus* ist im Gegensatz zu dem aller anderen Matoniaceen nicht allseits gleichmäßig mit Sporangien besetzt, sondern die Sporangien der nur wenig stark entwickelten Sorussäule entspringen an ihr nur zu etwa $\frac{3}{5}$ ihres Umfangs, so daß der Sorus eine annähernd nierenförmige Gestalt hat. Diese scheinbar für die Matoniaceen völlig abweichende Sorusgestaltung läßt sich aber be greifen, insofern sich hat zeigen lassen, daß auch bei

Phlebopteris muensteri die Sorussäule gelegentlich nicht kreisrund, sondern im Querschnitt nierenförmig ist, und die Sporangien nicht ringsum gleichmäßig an der Sorussäule entspringen.

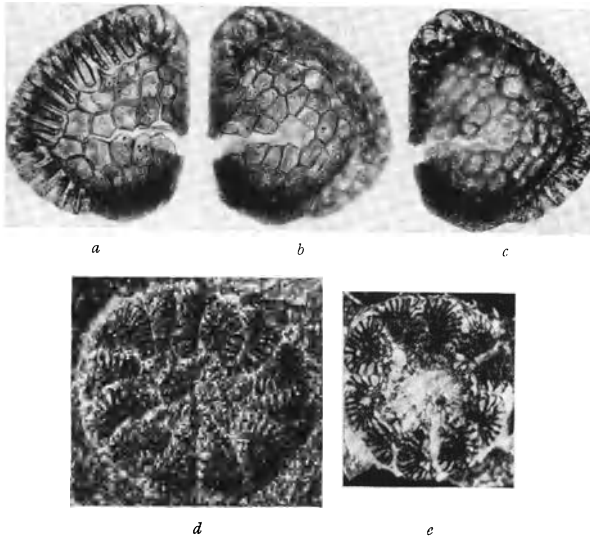


Abb. 12. Vergleichende Darstellung des Sporangien-Baus von *Matonia pectinata* und *Phlebopteris muensteri*. a—c *Matonia pectinata*: a reifes Sporangium von der einen Seite, b und c dasselbe Sporangium von der andern Seite in verschiedenen hoher Aufnahmeeinstellung, Vergr. 50 fach; d und e Sori von *Phlebopteris muensteri*, bei beiden Aufnahmen sind die Sporangien in den linken und oberen Bildteilen am besten in ihrem Bau zu erkennen, Vergr. 24 fach. — (Sämtl. nach HIRMER u. HOERHAMMER [1].)

Sporangienbau. Dieser ist bisher nicht vollkommen richtig geschildert worden. Man hat angenommen, daß dem im wesentlichen quer verlaufenden Annulus ein längs verlaufendes Stomium entspräche. Das trifft indes keineswegs zu. Dabei ist zu betonen, daß von einem irgendwie präformierten Stomium im eigentlichen Sinn überhaupt keine Rede sein kann. Der Verlauf des Annulus mag bis zu einem gewissen Grad als quer betrachtet werden, obwohl er ein so schräger ist, daß der Annulus mehr in Form einer gebogenen Hufeisenlinie von nahezu am Scheitel des Sporangiums bis gegen dessen Stielende herunter läuft. Dies wird durch eine Anzahl Mikrophotographien, die das Sporangium von allen Seiten erfassen, belegt (Abb. 12a—c). Mit dem oben für *Matonia* geschilderten Sporangienbau stimmt offensichtlich völlig überein der des Sporangiums von *Phlebopteris*, was besonders an Hand eines ausgezeichnet erhaltenen Materials von *Phl. muensteri* dargetan werden konnte (Abb. 12d u. e) und auch noch an Hand eines gleichfalls sehr guten Materials von *Selenocarpus* und *Matonidium* durch zahlreiche Mikrophotographien belegt werden konnte.

Geographische und zeitliche Verbreitung (Abb. 13). Die maximale Ausdehnung der Familie ist identisch mit dem Areal der ältesten, vom mittleren Keuper bis zur Unterkreide reichenden Gattung *Phlebopteris*. Ihr Areal hat sich bei der derzeitigen Kontinent-Lage unserer Erde über rund 100 Breitengrade, und zwar vom etwa 70. Grad nördlich bis 30. Grad südlich des Äquators erstreckt, und von den östlichen Vereinigten Staaten über Grönland hin, durch ganz West- und Mitteleuropa sowie Nordafrika hinweg bis nach Südchina, Südjapan sowie nach Ostaustralien. Der vergleichsweise enormen Ausdehnung dieser artenreichsten Gattung steht das beschränkte Areal der liassischen monotypischen Gattung *Selenocarpus*, die auf Mittel- und Unterfranken beschränkt ist, gegenüber. Die erst mit dem mittleren Jura auftretende und bis zur mittleren Unterkreide nachgewiesene Gattung *Matonidium* umfaßt die Gebiete zwischen dem östlichen Großbritannien und Mitteleuropa nach dem Gebiet von Moskau und weiter bis zum westlichen Nordindien (Gebiet der Indus-Mündung). Die Gattung *Matoniella* ist nur aus dem Cenoman (untere Oberkreide) von Mähren bekannt. Der Lebensraum der **rezenten Matoniaceae** ist beschränkt auf das rein äquatoriale Gebiet zwischen der Malakkahalbinsel und dem westlichen Neu-Guinea-Archipel, wobei das Zentrum des derzeitigen Lebensraumes der Familie auf Borneo zu liegen scheint.

Wenn es bei der Betrachtung des Vorkommens der rezenten Matoniaceen auf den ersten Blick frappant erscheinen mag, daß innerhalb des im ganzen beschränkten Raumes nach Osten hin einige exponierte Vorkommen (wie das von *Phanerosorus maior* auf Waigeu und das von *Matonia pectinata* auf Amboina) zu verzeichnen sind, so sind gerade diese Vorkommen verständlich auf Grund der Gesamtverbreitung der

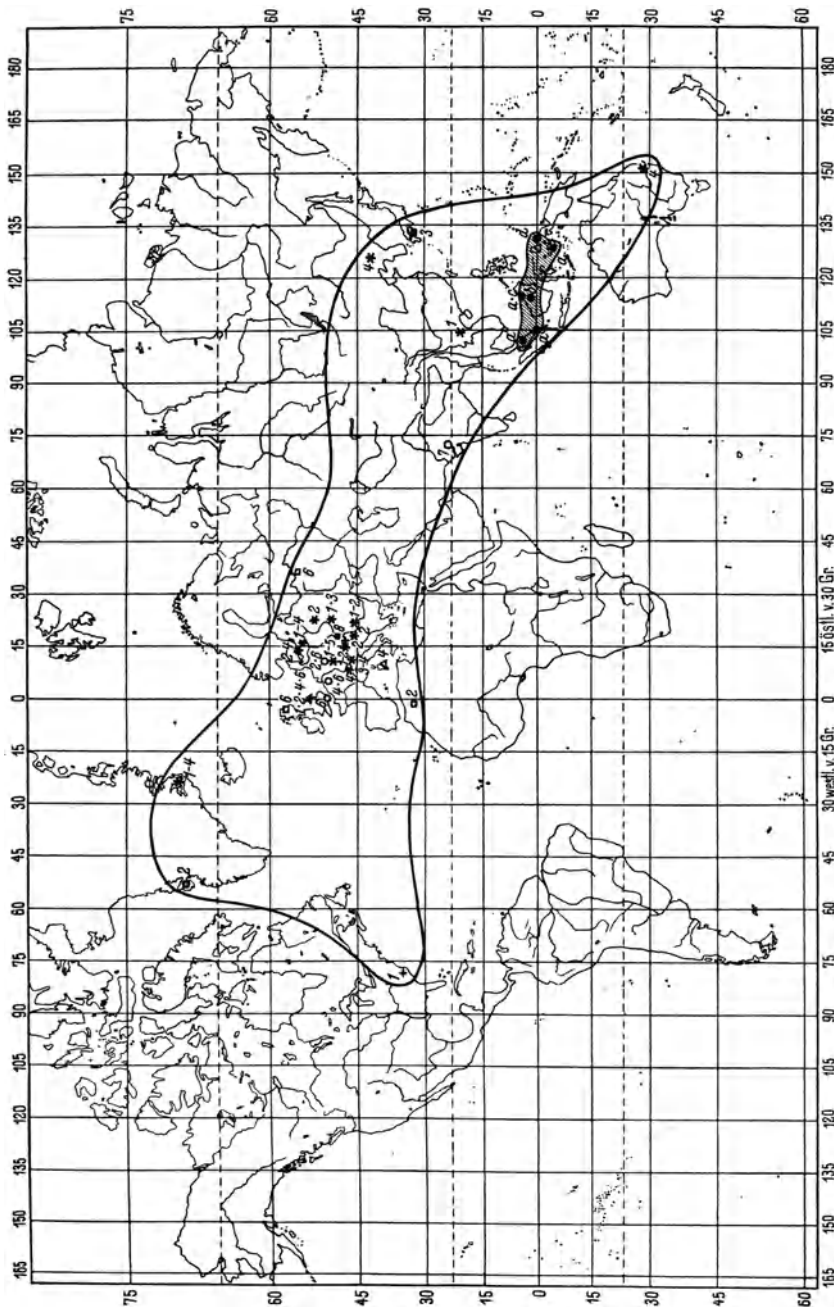


Abb. 13. Gesamtareal der lebenden und fossilen Matoniaceen. Innerhalb des (schraffierten) Arealen der rezenten Matoniaceen bedeuten die den Fundpunkten (●) beigegebenen Buchstaben: *a* *Matonia pectinata*, *b* *M. Forvorithi*, *c* *Phaeosorus sarmentosus*, *d* *Ph. maior*. — Innerhalb des Gesamtareales der fossilen Matoniaceen bezeichnen die verschiedenen Fundortzeichen die verschiedenen geologischen Formationen, und zwar: + Mittlerer Keuper, * Rhät und Lias, △ Mittlerer Jura, □ Oberer Jura, ○ Wealden und Unterkreide, ■ Cenoman. Die den Fundortzeichen beigegebenen Zahlen bedeuten: 1 *Phlebopteris brauni*; 2 *Phl. muensteri*; 3 *Phl. angustiloba*; 4 *Phl. polyodioides*; 5 *Selenocarpus muensterianus*; 6 *Matonidium goepperti*; 7 *M. indicum*; 8 *Matoniella wiesneri*.

fossilen Glieder der Familie; umfaßt doch der Lebensraum der heute lebenden Formen von dem ursprünglich so großen Lebensraum der Familie genau den heute äquatorialen Teil, und konnte der Lebensraum dieser offenbar immer tropischen Familie eben ehemals ein so viel größerer sein, als sie den Höhepunkt ihrer Formenentwicklung gerade zu Beginn der Juraperiode erreichte, also gerade in der Zeit, in welcher nachgewiesenermaßen ein überaus gleichmäßiges und tropisches Klima über weiteste Gebiete unserer Erde sich spannte.

3. **Dipteridaceae.** Eine sehr dankenswerte Zusammenstellung des bisher bekannten Materials dieser im Mesozoikum erdweitverbreiteten Familie haben ŌISHI und YAMASITA gegeben.

Im einzelnen dürften die Befunde zum Teil nicht unbestritten bleiben. Als eigene Untergruppe: *Goepfertelloideae* werden unter **Goepfertella** O. u. Y. nov. gen. die bisher unter dem irreführenden Namen **Woodwardites microlobus** Schenk bekannten Reste in die Familie miteinbezogen. Die *Camptoperoideae* umfassen nach den japanischen Autoren nur noch die Gattung **Camptopteris** Presl em. Nathorst. Die größten Schwierigkeiten liegen unseres Erachtens in der Auffassung der systematischen Begrenzung der Gattungen **Dictyophyllum** Lindley u. Hutton und **Thaumatopteris** Schenk. Desgleichen ist die Fassung der Gattung **Clathropteris** Bgt. eine zu weit gespannte.

Ehe auf Einzelheiten über diese drei Gattungen eingegangen werde, sei das Wichtigste über ihre Wedelmorphologie vorausgeschickt: Bekanntlich sind alle Dipteridaceen dadurch charakterisiert, daß unmittelbar an der Ansatzstelle der Wedelspreite an den Stiel eine den Wedel mehr oder minder deutlich in zwei Primärhälften zerlegende Gabelteilung der Rhachis- und damit auch der Wedelfläche erfolgt, und daß dieser ersten Rhachisgabelteilung mehr minder zahlreiche weitere folgen. Im einfachsten Fall, dem der Wedel von **Hausmannia** Dunker (s. str.) mit dem Haupttyp: **H. dichotoma** Dunker erfolgt eine mehrfache annähernd regelmäßige Gabelteilung und die an die einzelnen Rhachidengabeln ansitzenden Teile der Wedelfläche folgen im großen Ganzen diesem einfachen Gabelschema. Im Bereich der rezenten Dipteridaceae zeigt derartige Dipteris lobbiana. In der Mehrzahl der Fälle jedoch — und dies sowohl innerhalb der wenigen rezenten Vertreter, die ja bekanntlich sämtlich in die Gattung **Dipteris** eingeschlossen sind, als auch innerhalb der um sehr vieles zahlreicheren fossilen Vertreter — sind die Gabelteilungen der Wedelrhachis bzw. der Wedelhauptnervatur durchaus keine gleichmäßigen, sondern unter starker Exotrophie des Gesamtwedelbaues sympodial-dichotomische. Der Effekt ist, daß die für die typischen Vertreter von **Dictyophyllum** und für sämtliche Arten von **Camptopteris**, sowie für die unter **Protorhipis** Andrae einzureihenden Formen von der Rhachisgabelstelle aus zwei Hauptgabelarme entspringen, an welchen in mehr minder dichtgedrängter Weise

die einzelnen Hauptnerven der Wedelabschnitte entspringen. Es ist aber selbstverständlich, daß diese beiden Hauptgabelarme nur zusammengesetzt sind aus den Basalteilen der sich weiter gabelnden Gabelarme der ersten und aller folgenden Gabelteilungen. Nur eine sekundäre Frage ist es, ob dann diese Hauptgabelarme verlaufen, wie sie entstanden sind, oder in sich schraubig gedreht werden. Findet letzteres nur an der Basis, also nur nahe dem Bereich nach der Hauptgabelung statt, resultieren Wedel, wie sie von *Dictyophyllum exile* (Brauns) und anderen *D.*-Arten bekannt sind; erfaßt die schraubige Drehung jeden der beiden Gabelsympodien (Hauptgabeläste) in seiner Gesamtheit, so kommt der für *Camptopteris* bekannte Wedeltyp zustande, der in der 4. Aufl. des WETTSTEINSCHEN Handbuchs (Abb. 287) eine so schöne Restauration erfahren hat. Gar keine Drehung der Hauptgabelarme (Gabelsympodien der Hauptnervatur) findet bei den Wedeln der Gattung *Protorhipis* statt. Es ist klar, daß in letzterem Falle die Wedelgesamtläche in ihrer Gesamtheit nicht zerrissen ist sondern einheitlich verbleibt, so sehr, daß bei manchen Arten, z. B. *Pr. asarifolia*, die gesamte Wedelfläche einheitlich nierenförmigen Kontur hat und die sämtlichen Wedelabschnittanlagen in eine Fläche verschmolzen sind, gleichgültig, ob diese dabei letzten Endes senkrecht zum Wedelstiel getragen wird, oder diesem vielleicht auch noch mehr minder tüchtig-gerollt aufsitzt. Bei denjenigen Fällen, wo, wie bei *Camptopteris* und bei *Dictyophyllum* die Hauptgabelarme tordiert sind, wird die Wedelfläche jedoch unbedingt in zwei Flächen-Hälften zerrissen und jede von der Primärgabelung der Rhachis links und rechts liegende Hälfte macht die Torsion der Gabelhauptarme mit, dabei entweder, wie bei *Dictyophyllum exile* und ähnlichen um 180° gedreht werdend, oder, wie bei *Camptopteris* in Form einer wendeltreppenartigen Tüte an den Hauptgabelarmen verlaufend.

Der durch die zahlreichen Arten der Gattung *Protorhipis* dargestellte Modus, d. h. sympodialgabelarmige Rhachiden- bzw. Hauptnervenverzweigung, aber ohne jegliche Torsion der Hauptarme, findet sich auch bei den Gattungen *Clathropteris* Bgt. und *Thaumatopteris* (Schenk) Nath. Nur daß beide Gattungen dadurch charakterisiert sind, daß die sympodial gefügten Hauptgabelarme der Rhachis, an welchen dann wie bei den anderen oben erörterten Gattungen die einzelnen Wedelabschnitte getragen werden, auf ein Minimum reduziert sind, und es somit den Anschein hat, als entsprängen die Hauptnerven der einzelnen Wedelabschnitte direkt dem oberen Ende der Wedelrhachis. Es hat aber schon NATHORST (1907) nachgewiesen, daß bei jungen Wedeln, besser gesagt bei den Wedeln junger Pflanzen, noch ganz deutlich die Existenz der sympodialgefügten Hauptgabelarme nachweisbar ist. Nur sind sie eben so extrem kurz gefaßt, daß sie bei den großen Wedeln der älteren Pflanzen nicht mehr oder doch nur in Andeutung in Erscheinung treten. Nur von

ganz untergeordnetem Belang ist dann, ob die Wedelfläche, die natürlich auch bei *Thaumatopteris* und bei *Clathropteris* in einer in sich unzertheilten Einheit verbleibt, bis an die Basis der einzelnen Wedelabschnitte aufgelöst wird, wie bei *Thaumatopteris* (Haupttyp: *Th. schenki* Nath.) oder ob die Basen aller Wedelabschnitte obendrein noch zu einer einheitlichen Fläche verbunden bleiben, wovon die Obertheile der Wedelabschnitte nur wie die Finger einer Hand ausstrahlen, wie das für *Clathropteris* (Haupttyp: *Cl. meniscoides* Bgt.) gilt.

Damit ist im Prinzip alles klar. Auf die Einzelheiten der unseres Erachtens nicht überall stichhaltigen Auffassungen von ÔISHI u. YAMASITA sei hier weiter nicht eingegangen. Hervorgehoben sei aber, daß es das Verdienst dieser Autoren ist, die durch RICHTER irrthümlicherweise vermengten und insgesamt zu *Hausmannia* gestellten Formen wieder in die beiden sehr gut umrissenen Gattungen *Hausmannia sensu strenuo* Dunker und *Protorhipis* Andrae auseinander gestellt zu haben. Damit, und mit der exakten Aufklärung von deren Wedelnervatur haben ÔISHI und YAMASITA — wenn auch ohne es ganz zu wollen — den praktischen Beweis für die Berechtigung der oben vom Referenten gegebenen Darstellung, die sich im Prinzip mit der von ihm in Handbuch der Paläobotanik 1927 gegebenen deckt, erbracht.

Im Hinblick auf die speziellste Systematik ergibt sich die Schwierigkeit, daß so wie die Charakteristiken der Gattungen oben vom Referenten gegeben sind, nur diejenigen fossilen Dipteridaceen mit Sicherheit eingereiht werden können, deren Wedelreste so auf uns gekommen sind, daß die Basaltheile ihrer Wedelabschnitte und deren Beziehungen zur Wedelrhachis bzw. den Hauptgabelarmen klar sind. Dabei ist die Schwierigkeit bei unvollständig erhaltenen Wedeln besonders der Gattungen *Thaumatopteris* und *Dictyophyllum* groß. Das ergibt schon der Vergleich der Artenunterbringung der japanischen Autoren mit der bei HIRMER (1927), indem erstere von *Thaumatopteris* 15, letzterer nur zwei Arten anerkennt. Es dürfte aber doch besser sein, die hinsichtlich ihres Wedelbaues¹ noch fraglichen Reste keiner der beiden Gattungen einzugliedern, weil es ja doch nur etwas Willkürliches wäre, und derartige problematische Reste in einer Sammelformgattung: *Dipteridophyllum* nov. gen. unterzubringen. Auch bei manchen Resten des *Hausmannia-Protorhipis*-Kreises gilt das gleiche.

Ganz aus dem Rahmen des bei den Dipteridaceen bekannten fallen diejenigen Wedel, die ÔISHI und YAMASITA als *Clathropteris meniscoides* Bgt., *var. elegans* Oishi abbilden und restaurieren. Es ist doch so, daß bei allen bekannten typischen Vertretern der Gattungen *Camptopteris*, *Dictyophyllum*, *Thaumatopteris*, *Clathropteris* sowie *Protorhipis* die Gabelsympodien exotrophe sind; daß also die bei den sukzessiven

¹ Inwieweit die feinere Nervatur einen Hinweis auf die Gattungszugehörigkeit ergeben kann, bedarf weiterer Untersuchungen.

Sympodialgabelteilungen entstehenden Wedelabschnitte primär nach der Innenseite der Primärwedelgabeln stehen, und die weiterteilenden Gabelhälften, deren Basen eben insgesamt die beiden Gabelhauptarme ergeben, nach außen zu liegen kommen. Wenn bei *Dictyophyllum* die Wedelabschnitte letzten Endes nach außen zu liegen, so kommt das nur von der obenerwähnten Torsion der Gabelhauptarme um 180°. Bei der als *Cl. meniscoides, var elegans* benannten Form handelt es sich aber ausgesprochen um das Umgekehrte, nämlich um deutliche endotrophe Sympodialgabelung. Die betreffenden Fossilien gehören damit weder zu *Cl. meniscoides* noch zur Gattung *Chlathropteris* überhaupt, sondern in eine neue Gattung, für welche Ref. in Hinblick auf die Verdienste ÔISHI um die Erforschung der Dipteridaceen den Gattungsnamen *Oishia* nov. gen. in Vorschlag bringen möchte. Die Art hat zu heißen *Oishia elegans* (Oishi) Hirmer.

Zusammenfassend ergibt sich für die Wedelmorphologie der fossilen Dipteridaceen somit unseres Erachtens folgendes:

A) Wedelabschnitte doppelt gefiedert: *Goepfertella*.

B) Wedelabschnitte einfach gefiedert oder nur gezähnt:

I. Wedelbau endotroph sympodial-dichotomisch, d. h. die entstehenden Primärwedelabschnitte primär nach außen gewandt: *Oishia*.

II. Wedelbau exotroph sympodial-dichotomisch, d. h. die entstehenden Primärwedelabschnitte primär nach innen gewandt:

a) Gabelsympodien (Hauptgabelarme) tordiert:

1. Torsion im ganzen Verlauf der Gabelsympodien: *Camptopteris*.

2. Torsion nur an der Basis der Gabelsympodien: *Dictyophyllum*.

b) Gabelsympodien nicht tordiert:

1. Gabelsympodien (Gabelhauptarme) kürzest gefaßt:

α) Primärwedelabschnitte bis zur Basis frei: *Thaumatopteris*.

β) Primärwedelabschnitte an der Basis untereinander verwachsen:

Clathropteris.

2. Gabelsympodien (Gabelhauptarme) deutlich und lang gefaßt, Primärwedelabschnitte weitgehend miteinander verwachsen: *Protorhipis*.

III. Wedelbau rein oder doch nahezu reingabelig: *Hausmannia s. str.*

Bezüglich der Sorus- und Sporangien-gestaltung sowie der Sporen-Verhältnisse ergibt sich auf Grund der von ÔISHI und YAMASITA ausgeführten Untersuchungen nebst den Zusammenstellungen aus der Literatur noch folgendes:

Sorusform stets annähernd die gleiche: ungefähr kreisrund.

Sorusgröße verschieden, beträchtlicher bei *Hausmannia* und *Protorhipis* als bei *Thaumatopteris* und *Dictyophyllum*.

Sporangienzahl innerhalb des Sorus nicht konstant, nicht einmal innerhalb der gleichen Art; im Ganzen scheint jedoch eine zahlenmäßige Abnahme in der Reihenfolge *Thaumatopteris-Clathropteris-Protorhipis* und *Hausmannia-Dictyophyllum-Camptopteris* stattzuhaben.

Je umfangreicher der Sorus um so geringer die Sporangienzahl, ebenso steigt die Zahl der im Sporangium eingeschlossenen Sporen bei Abnahme der Sorusgröße. Die Zahl der Sporen ist bekannt bei:

Dictyophyllum exile 512 oder 256.

Dictyophyllum muensteri 201—215.

Dictyophyllum nilssoni 164—191.

Dipteridophyllum (Dictyophyllum) rugosum 128

Thaumatopteris schenki 64 oder 128.

Protorhipis forchammeri, var. *dentata* 64 oder 128.

Zur Geographie und Geschichte: Die fossilen Dipteridaceen sind derzeit bekannt von Grönland, Nordamerika, Europa und Ostasien, ferner von Indien (zufolge neuester Entdeckung durch CROOKSHANK), Australien, Südamerika sowie Graham-Land (Antarktis). Nicht bekannt sind sie aus Afrika.

Zeitlich betrachtet erreichten die fossilen Dipteridaceen den Höhepunkt ihrer Entwicklung im Rhät und im Lias, und zwar sowohl in Hinblick auf Artenfülle als in Hinblick auf ihre Bedeutung im Rahmen der übrigen Pflanzenwelt. Nach dieser Zeit begann ein vergleichsweise starkes Zurückgehen dieser Familie, dermaßen, daß mit einer einzigen Ausnahme (*Dipteridophyllum* [*Dictyophyllum* bzw. *Thaumatopteris*] *rugosum*) schon im Mittleren Jura sämtliche Vertreter der Gattungen *Goepfertella*, *Camptopteris*, *Dictyophyllum*, *Thaumatopteris* und *Clathropteris* ausgestorben scheinen; nur noch eine Anzahl der Arten von *Protorhipis* und die Arten von *Hausmannia* s. str. erreichen die Kreidezeit, und zum Teil da allerdings sogar noch die obere Kreide. Vorhätisch sind nur wenige Formen, so *Camptopteris lunzensis*, *Thaumatopteris lunzensis* und *Dictyophyllum serratum*, sämtliche aber auch erst dem mittleren Keuper entstammend.

4. *Filicales incertae sedis*. Eine sehr eingehende Untersuchung des bisher nur aus dem Muschelkalk bekannten und damit zu den wenigen Muschelkalk-Pflanzenfossilien gehörenden *Knorripteris jutieri* (Renault) hat RUDOLPH gegeben. Die systematische Stellung von *Knorripteris* ist bis heute noch umstritten, und es muß darauf hingewiesen werden, daß diese Pflanze zwar im allgemeinen zu den Filicales gerechnet wird, wobei sie allerdings unbedingt als eigener Familientypus betrachtet werden muß, daß aber auch der Versuch gemacht worden ist (POSTHUMUS 1931) verwandtschaftliche Beziehungen zu den *Pytieae*, einer den *Cordaitales* nahestehenden Gruppe, zu begründen.

In der speziellen Anatomie des Stammes fällt die mächtige Entwicklung eines an der Stelenperipherie entwickelten, aus zahlreichen

Maschenzügen gebildeten Phloëmmantels auf. Eigentliches Stelenxylem fehlt dagegen. Die Blattspurbündel der schraubig gestellten Blätter bestehen aus einem breiten Phloëmzug und fünf Xylemsträngen, die insgesamt in einer Parenchymscheide zusammengeschlossen sind; während das Phloëm der Blattspurbündel bei ihrem Eintritt in die Stele mit dem Stelenphloëm in Verbindung tritt, ziehen die jeweils fünf Tracheidenstränge der Blattspur durch eine entsprechende Lücke des Phloëmmantels in das Stelenzentrum hinein, um hier zwar miteinander in Beziehung zu treten, sich aber letzten Endes, ohne Beziehung zu den entsprechenden Partien der anderen Blattspuren, in dem zentralen Stelenmark zu verlieren. Dieses Fehlen einer Verbindung des Xylems der Blattspuren untereinander im Bereich der Stele und das Fehlen jeglichen eigenen Stelenxylems im Gegensatz zu dem gewöhnlich kräftig entwickelten Stelenphloëm läßt RUDOLPH vermuten, daß es sich bei **Knorripteris** um eine Wasserpflanze mit untergetauchtem Rhizom gehandelt hat, eine Annahme, die auch durch die reiche Aerenchymentwicklung weiterhin gestützt wird; andererseits ist aber zu betonen, daß, worauf HIRMER 1927 hingewiesen hat, die Ersetzung tracheidaler Xylem-elemente durch Parenchym — wenigstens mechanisch — dadurch ausgeglichen wird, daß die innerste Rinde bereits aus derbwandigem, mechanisch wirksamem Gewebe besteht, so daß, indem dieses mechanisch die Funktion des Xylemrohres übernimmt, eine ähnliche Stabilität des Stammes gerantiert ist, wie sie für normal siphonostelische oder solenostelische Stämme gegeben ist. Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß bei den **Psaronius**-Arten mit zweizeiliger oder alternierend quirliger Organstellung gleichfalls keine steläre Zusammenfassung der Xylem-elemente der Wedelspuren nachweisbar ist, was gleichfalls von HIRMER (Handbuch 1927) schon hervorgehoben wurde. Da die genannten Psaronien aber zweifellos Landpflanzen mit baumförmigen Stämmen gewesen sind und ein mechanisches Festigungsgewebe auch den Stämmen von **Knorripteris** nicht fehlt, so ist nicht unbedingt gesagt, daß die Vermutung RUDOLPHS, **Knorripteris** sei eine Wasserpflanze gewesen, zutreffen muß, wenn auch die Möglichkeit an sich gegeben ist.

IV. Cladoxylales.

An Hand des gesamten in den Sammlungen von Berlin, Halle a. d. Saale, London und Paris verstreuten Schlißmaterials von **Cladoxylon** Unger hat P. BERTRAND (1—4) eine umfassende Monographie der gesamten dem Unterkarbon von Saalfeld in Thüringen entstammenden **Cladoxylon**-Reste gegeben und an Hand sehr zahlreicher schöner Mikrophotographien und Schemazeichnungen dieses berühmte Material zugänglich gemacht.

Die Klarstellung der Verhältnisse der Saalfelder **Cladoxylon**-Reste ist dadurch besonders erschwert gewesen, daß die einzelnen Stamm- und Beblätterungsreste unter verschiedenen Namen gingen. Hier sei gleich vorweggenommen, daß, was

bisher unter dem Namen *Cladoxylon* Unger ging, den oberirdischen Stammteilen der in Rede stehenden Pflanzen entspricht, und daß die mit *Hierogramma* Unger und *Arctopodium* Unger bezeichneten Reste seitenständigen Achsensystemen des *Cladoxylon*-Körpers entsprechen, wobei *Arctopodium* mit *Hierogramma* prinzipiell gleichbedeutend ist; ferner daß die schmalen Endpartien der *Hierogramma*-Achsen bisher unter dem Namen *Syncardia* Unger gingen, und daß sowohl an den *Cladoxylon*-Stämmen selbst als auch an den *Hierogramma* bzw. *Syncardia*-Achsen im ganzen doppelt gefiederte, wedelartige Systeme, die unter dem Namen *Clepsydropsis* Unger gingen, entspringen.

Inwieweit die Reste, die als *Steloxylon* Unger bekannt sind, etwa die unterirdische Fortsetzung des *Cladoxylon*-Sproßkörpers darstellen, steht auch heute noch dahin.

Im einzelnen liegen die Dinge folgendermaßen: Sproßkörper vom Typ *Cladoxylon* kennt man jetzt im ganzen vier Arten, wenigstens was die unterkarbonischen Formen betrifft: *Cladoxylon taeniatum* Ung., einschließlich *Clad. dubium* Solms, *Clad. mirabile* Ung., *Clad. radiatum* Ung. und *Clad. solmsi* P. Bertr.

Zugehörig zu *Clad. taeniatum* sind *Hierogramma mysticum* Ung., *H. mysticum var. bifurcans* P. Bertr. sowie *var. calopicum* P. Bertr., ferner *Syncardia pusilla* Ung. sowie *Clepsydropsis excelsa* P. Bertr. und *Clepsydropsis elongata* P. Bertr.

Zu *Cladoxylon mirabile* gehören *Arctopodium insigne* Ung. sowie *Clepsydropsis exigua* P. Bertr. Bei *Cladoxylon radiatum* und *Cladoxylon solmsi* sind die zugehörigen Teilstücke nicht eigens benannt.

Damit sei übergegangen zur genaueren Darstellung der einzelnen Arten.

Cladoxylon taeniatum Unger. Die eigentliche Sproßachse (*Cladoxylon* im engeren Sinne) zeigt auf dem Querschnitt 12—24 in der äußeren Stelenhälfte verteilte bandförmig erscheinende Partialstelen sowie — bei kräftigen Stammstücken — noch fünf zentralständige, im Querschnitt mehr kreisrunde Stelen (Abb. 14). Während bei den starken Stämmen gelegentlich Anastomosen der Teilstelen stattfinden, fehlt derartiges bei den schwächeren (jüngeren) Sprossen.

Cladoxylon mirabile Unger. Bei einer an der Stelenperipherie ähnlichen Verteilung der bandförmigen Partialstelen liegen die Verhältnisse im Inneren gegenüber *Clad. taeniatum* insofern anders, als die Peripheralstelenplatten sich bis in das Zentrum hinein fortsetzen und da mehr oder minder weitgehend untereinander anastomosieren können (Abb. 14).

Die Art der Verzweigung dieser Stämme und der Ausgliederung der wedelartigen Bildungen ist bei beiden genannten Arten im Prinzip dieselbe, nämlich daß, offenbar in einer — wenn auch nicht ganz regelmäßigen — schraubigen oder quirligen Anordnung von dem eigentlichen *Cladoxylon*-Sproßkörper Achsensysteme abgehen, die ihre Bündelinnervierung mittels Abschnürung der Außenpartien von 4 oder 5 nahe ihrer Ursprungsstelle liegenden Partial-Stelenplatten des *Cladoxylon*-sproßkörpers erhalten. Somit schon von vornherein von dorsiventraler

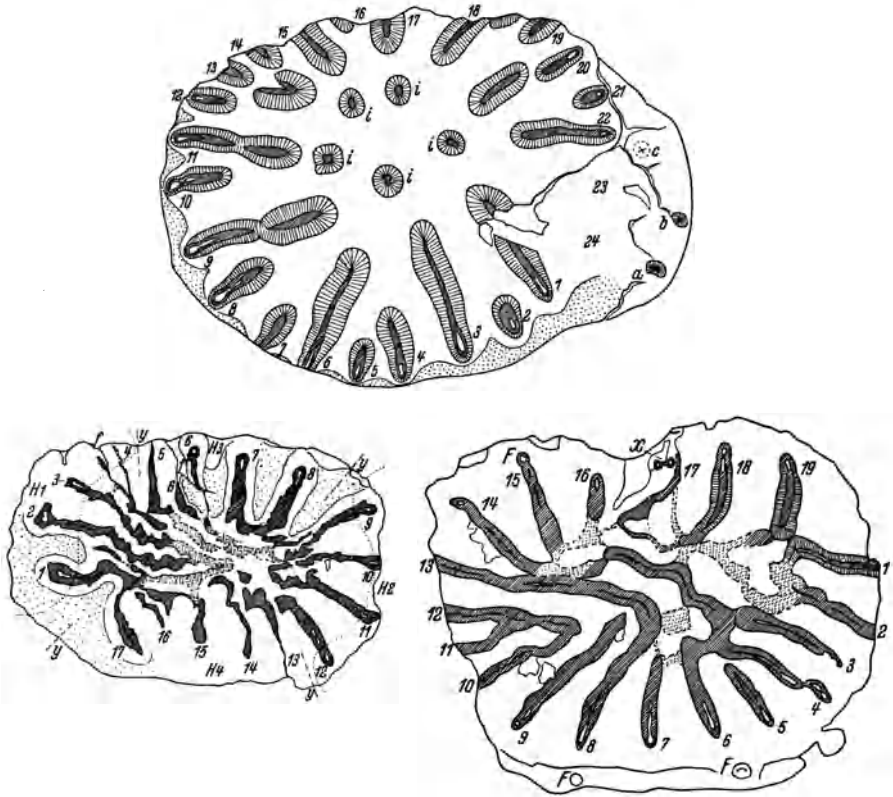


Abb. 14. Stelen-Querschnitte durch den Sproßkörper von *Cladoxylon taeniatum* (Unger) (oben) und *Clad. mirabile* Unger (unten links und rechts); ersterer 2 fach, letztere beide 3 fach vergr. 1—24 bzw. 1—17 und 1—19 Peripheral-Stelenplatten; *i* Zentralstelen (bei *Clad. taeniatum*); *a*, *b* u. *c* (im Bild von *Clad. taeniatum*) sowie *F* (im rechten Bild von *Clad. mirabile*): Abgänge der *Clepsydropsis*-Rhachiden; *H*₁—*H*₄ (im linken Bild von *Clad. mirabile*): Lage bzw. Abgänge der *Hierogamma*-Seitenverzweigungen. — (Sämtl. nach P. BERTRAND [4].)

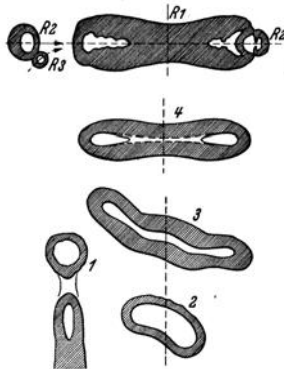


Abb. 15. Abgang (*x*) und weitere Gestaltung der *Clepsydropsis*-Rhachiden-Spur. Zu oberst: Darstellung der Gesamtverzweigung und Spurgestaltung bei *Clepsydropsis excelsa* P. Bertr. *R*₁ Hauptrhachis, *R*₂ und *R*₃ Seitenrhachiden 1. und 2. Ordnung. Etwa 3 fach nat. Gr. — (Nach P. BERTRAND [4].)

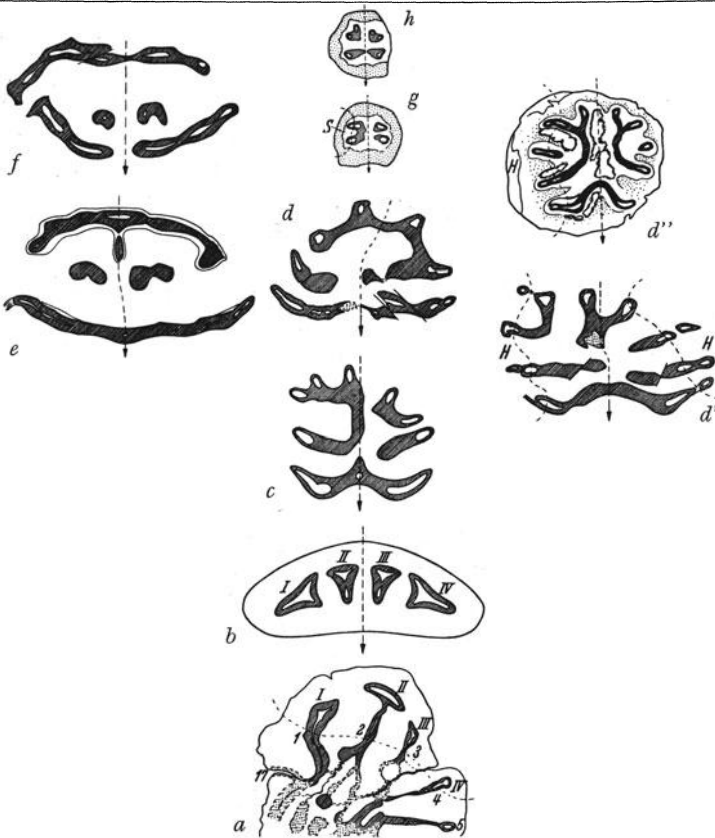


Abb. 16. Entwicklung der Gesamtsymmetrie und Anatomie bei den *Hierogramma*- (bzw. *Arctopodium*-) sowie *Syncardia*-Teilen, das ist den seitlichen achsenartigen Auszweigungen des *Cladoxylon*-Sproßkörpers. *a-h* erläutern die allmähliche Veränderung vom Abgang am *Cladoxylon*-Sproßkörper (*a*) über die *Hierogramma*-Zustände (*b-f*) bis zum *Syncardia*-Zustand (*g* und *h*). *a* von *Cladoxylon mirabile*, *b-h* von *Clad. taeniatum* (*Hierogramma mysticum*- und *Syncardia pusilla*-Zustände). *d'* ein den *d*-Zustand von *Hierogramma mysticum* entsprechender Zustand von *H. mysticum*, var. *calopicum*; *d''* ein weiterer ähnlicher Zustand (*Arctopodium insigne*); *H* bzw. *S* Abgänge von Seiten-, „Fiedern“. Sämtl. 3 fach vergr. — (Nach P. BERTRAND [4].)

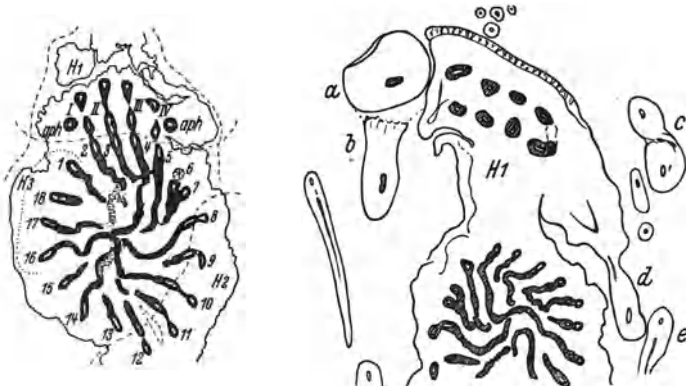


Abb. 17. *Cladoxylon radiatum* Unger Querschnitte durch den *Cladoxylon*-Sproßkörper mit abgehenden Seitenachsen (H_1 — H_3), links in tieferer, rechts in höherer Schlifflage; *a-e* aplebioide Bildungen am Ursprung der Seitenachsen. Etwa $4\frac{1}{2}$ fach vergr. — (Nach P. BERTRAND [4].)

Grundfassung, bleiben diese seitlichen Ausgliederungen auch dorsiventral in ihrem ganzen weiteren anatomischen Gefüge (Abb. 16). Sie können sich entweder gabelteilen oder zeigen eine mehr oder minder exakt alternierende zweizeilig fiederige Verzweigung; daß letzteres schließlich nur eine Abwandlung einer regelrechten sympodialen Gabelverzweigung bedeutet, ist klar. Gleichgültig ob die Verzweigung eine mehr rein gabelige oder eine mehr fiederige ist, enden diese an dem Cladoxyloisproßkörper entstehenden **Hierogramma-** (bzw. **Arctopodium-**) Achsen damit, daß sie unter Reduktion ihrer Bündelgestaltung und indem sie schmaler und schmaler werden, in das **Syncardia-** Stadium übergehen; ob man dabei die in Rede stehende **Hierogramma-** (bzw. **Arctopodium-**) **Syncardia-**Achsensysteme nun als Seitensprosse des **Cladoxylois-**Sproßkörpers anspricht oder als Wedelrhachiden ist belanglos. Fest steht jedenfalls, daß sowohl von diesen **Hierogramma-** und **Syncardia-**Achsen ihrerseits nun Systeme abgehen, die im ganzen noch doppelt fiederig verzweigt sind und an denen möglicherweise die von Unger erwähnten, in den Schliffpräparaten allerdings nicht nachweisbaren kreisförmigen (das ist also wohl cardiopteridischen) Fiederblättchen getragen worden sind. Diese doppelt durchgefiederten Systeme haben die **Clepsydropsis-**Struktur (Abb. 15); ihr Bündel hat zunächst im Querschnitt ringförmige Gestalt. Fest steht nun aber weiterhin, daß eben die gleichen doppelt gefiederten Systeme mit Clepsydropsis-Anatomie auch am ganzen **Cladoxylois-**Körper selbst ringsum und ohne räumliche Bezugnahme auf die außerdem noch abgehenden **Hierogramma-**Achsen abgehen. Damit ergibt sich im ganzen, daß die **Clepsydropsis-**Systeme, die man ja doch wohl als Wedel im engeren Sinn bezeichnen muß, sowohl an den Hauptsproßachsen von **Cladoxylois-**Typ, als an deren seitlichen Ausgliederungen von Hierogramma- (und Arctopodium-) bzw. Syncardia-Typ getragen worden sind.

Die hervorragendste Bedeutung der Entdeckungen P. BERTRANDS an den unterkarbonischen Cladoxylen liegt darin, daß diese Hierogramma-(Arctopodium-)Syncardia-Achsensysteme eben eine intermediäre Bildung darstellen zwischen Seitensprossen und Wedeln, daß somit die geschilderten unterkarbonischen **Cladoxylois-**Arten im ganzen wieder ein Beispiel sind der allmählichen Herauskristallisierung des makrophyllen Wedels aus sich verzweigenden Sproßachsensystemen. Denn es ist doch wohl klar, daß an sich nichts im Wege steht, in den Hierogramma-, Arctopodium-, Syncardia-Achsen eben — wie das schon oben gesagt wurde — eine Art von Wedelrhachiden zu sehen, worauf ja ihr dorsiventraler Bau mit Evidenz hinweist. Was aber dann das eigentümliche an den geschilderten **Cladoxylois-**Arten ist, das ist, daß die noch in sich doppelt verzweigten **Clepsydropsis-**Fiedernsysteme dieser Wedel auch direkt an dem eigentlichen Cladoxylois-Hauptsproßkörper entspringen können, so daß also an diesem eigentlich zwei verschieden

weitgehend verzweigte Wedelsysteme getragen werden und miteinander in Wechsel stehen.

Daß so, wie wir jetzt an Hand der Untersuchungen P. BERTRANDS die unterkarbonischen *Clad. taeniatum* und *Clad. mirabile* kennengelernt haben, diese dem von KRÄUSEL und WEYLAND aus dem oberen Mitteldevon von Elberfeld beschriebenen *Cladoxylon scoparium* wesentlich näherkommen als man bisher annehmen mußte, liegt auf der Hand; nur daß die Verzweigung bei der Devonform noch eine unregelmäßigere ist und an Stelle der *Clepsidropsis*-Achsensysteme nur erst apherleboide Bildungen oder vielfach gabelteilige noch an die Psilophytales erinnernde Sporangienträger sich finden.

Was die noch erwähnten zwei weiteren Arten betrifft, so ähnelt *Clad. solmsi* P. Bertrand einem kleinen reduzierten *Clad. mirabile*. *Clad. radiatum* (Abb. 17) gleicht gleichfalls in seiner inneren Anatomie in mancher Hinsicht dem *Clad. mirabile*. Hinsichtlich der Abgabe und Anatomie der Seitenachsen verhält es sich aber etwas anders als dieses und ist dadurch ausgezeichnet, daß seitlich der Abgänge der Seitenachsen gabelteilige apherleboide Bildungen sich finden, die bei den anderen Arten fehlen. Ob und inwieweit bei dieser Art *Clepsidropsis*-Systeme gebildet worden sind und wie sie im einzelnen ausgesehen haben, ist unbekannt.

V. Pteridospermales.

Die Eigentümlichkeit gewisser, ehemals als rein gabelteilig beschriebener Wedel, aus der Gabelbucht heraus sich weiter zu verzweigen, ist zunächst von WALTON an Hand von *Diplopteridium tailianum* (vgl. Fortschr. Bot. 1) dargetan worden. Neuestens hat GOTHAN eine ähnliche Erscheinung an Hand von *Palmatopteris (Diplotmema) subgeniculata* (Stur) aus dem Waldenburger Liegendzug (unteres Namur) bekanntgemacht. Er bildet eine Anzahl Wedel ab, bei welchen innerhalb der Bucht der Diplotmema-Hauptgabelstelle eine deutlich entwickelte Knospe (aus welcher sich ein weiterer Wedelteil entwickeln könnte) sichtbar ist, sowie einen Wedel, bei welchem diese Entwicklung schon weitgehendst fortgeschritten ist, indem über der ersten Diplotmema-teilung ein weiterer „Diplotmema“-Wedelabschnitt entwickelt ist und als Anlage einer möglichen weiteren Übergipfelung abermals eine kleine, wenn auch jetzt offenbar verkümmerte Wedelteilanlage sichtbar ist. Theoretisch sind diese Befunde deswegen sehr interessant, weil sie zeigen, daß zum mindesten bei einem Teil der Wedel, die als rein gabelteilig bisher bekannt waren, die Möglichkeit gegeben ist, daß ihre „Gabelteilung“ nur ähnlich wie die bei den Gleichenien zu werten ist, mit anderen Worten, daß ihnen letzten Endes ein monopodial niedriger Gesamtwedelaufbau zugrunde liegt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß gerade Formen mit langer Wedelentwicklung zu einer derartigen Ausbildung neigen dürften. Dafür spricht auch der von GOTHAN zum Vergleich herangezogene

etagenförmig aufgebaute Wedel der Pteridosperme **Dicksonites plucke-neti**.

Samen von *Alethopteris grandifolia* Newberry aus dem Karbon von Ohio beschreibt ARNOLD (1). *A. grandifolia* wurde vielfach als identisch mit *A. lonchitica* angesehen. Während aber so gut wie sicher zu letzterer Art *Trigonocarpus parkinsoni* gehört, sind die in organischem Zusammenhang mit *A. grandifolia* gefundenen, gelegentlich an Stelle der Fiederchen letzter Ordnung getragenen Samen dieser letzteren Art etwas anders. Die zu *A. grandifolia* zugehörigen Mikrosynangien sind *Whittleseyia elegans* Newberry. Vgl. diesbezüglich DARRAH (2); über ihren Aufbau vgl. Fortschr. Bot. 3, 42 ff.

Aus dem Karbon (Allegheny-Formation) von Mazon Creek, Illinois beschreibt DARRAH (2) prachtvoll erhaltene männliche Fruktifikationen (Mikrosynangien) von *Codonothecca caduca* Sellards. Die großen, 3—5 cm langen, glockenförmigen, sechs im Ring gestellte Mikrosporangien umfassenden Mikrosynangien werden in Anzahl hintereinander beiderseits der Spindeln letzter Ordnung, gleich den Fiederblättchen einer Neuropteris getragen. Sie dürften zu *Neuropteris decipiens* Lesq. gehört haben.

Anhangsweise mag hier erwähnt werden, daß ARNOLD (2) im Oberdevon von Pennsylvania in dauernder Vergesellschaftung mit dem dort allein vorkommenden *Archaeopteris cf. hibernica* Forbes spec. samenartige Bildungen gefunden hat. Bekanntlich wurde die Gattung *Archaeopteris* bisher allgemein zu den Filicales (vgl. HIRMER, Handb. d. Paläobot. 1, 659 ff.) gestellt. Die fertilen Wedel dieser in einer Anzahl von Arten bekannten Gattung zeigen in ihren basaleren Teilen die kleinen — nach bisheriger Ansicht — isosporen Sporangien zu vielen am Rand oder auf der Fläche der Fiederchen letzter Ordnung. Was ARNOLD beschreibt, sind samenähnliche, zu je zweien an kurzem Stielchen getragene Bildungen, am meisten vergleichbar den von SCOTT (1923) beschriebenen *Lagenostoma sinclairi*, ferner auch bis zu einem gewissen Grad vergleichbar den von GOLDRING beschriebenen „Samen“ (vielleicht aber auch Megasporangien, vgl. Fortschr. Bot. 2, 86) von *Eospermatopteris* oder dem gleichfalls oberdevonischen *Xenotheca devonica* Arber u. Goode. ARNOLD betont ausdrücklich, daß er die von einer glockenförmigen Kupula umgebenen Bildungen nicht mit Bestimmtheit als Samen ansprechen kann, und daß der Gedanke zu erwägen ist, ob sie nicht die Megasporangien des dann bisher nur mit ihren Mikrosporangien bekannten *Archaeopteris* darstellen. Wie dem auch sei, der Fund verdient jedenfalls größtes Interesse.

In Zusammenhang damit mag noch erwähnt sein, daß ARNOLD noch eine Anzahl Arten von *Archaeopteris* beschreibt und gut abbildet, so (3) *A. obtusa* Lesq., *A. jacksoni* Dawson und *A. gaspiensis* Dawson aus dem Oberdevon der Gaspé-Halbinsel, Quebec sowie (4) *A. macilenta* Lesq. und *A. sphenophyllifolia* Lesq. aus dem Oberdevon der östl. USA.

VI. Cordaitales.

Von hervorragendem Interesse sind die Funde FLORINS (1) an den männlichen Blüten (*Cordaianthus saportanus* Renault und *C. spec.*)

von Cordaiten aus dem Stephanischen Oberkarbon von Grand-Croix bei St. Etienne. Die sehr gut erhaltenen verkieselten Reste haben folgendes ergeben:

Untersucht konnte Pollen kurz vor und zur Zeit des Stäubens der Anteren werden. Exine und Intine sind durch einen weiten Zwischenraum voneinander getrennt, wodurch, ähnlich wie Podocarpaceen und Pinaceen, ein Schweben des Pollens in der Luft erleichtert war. Nur an einem Ende des Pollenkornes, dem distalen, sind Ex- und Intine miteinander in Berührung. Die Organisation des Pollens ist somit deutlich bipolar. Der Intine innerwärts liegen in einer einzigen Zellschicht eine größere Anzahl von Zellen: Wandzellen an. Sie umschließen einen Binnenraum, in welchem in jüngeren Zuständen ein von Protoplasma umhüllter großer Kern, in etwas späterem Zustand eine distalwärts gewandte Reihe von 4—5 möglicherweise auch 6 freien Kernen liegen. Diese Kerne betrachtet FLORIN als spermatogene Kerne, entsprechend den sogenannten „Body-cells“ der lebenden primitiveren Gymnospermen. Es besteht kein Grund zur Annahme, daß die Derivate (Spermatozoiden) dieser Kerne mittels eines Pollenschlauches an die Archegonien der Samenanlagen herangebracht worden sind, sondern vielmehr ist äußerst wahrscheinlich, daß die Dinge diesbezüglich wie bei den rezenten Cycadeen und Ginkgo lagen.

Die Gesamtheit der der Intine anliegenden, etwa 20—25 Zellen, homologisiert FLORIN, in Anlehnung an Vorstellungen von SCOTT mit den Zellen der Antheridienwand beim Farnprothallium und nicht etwa mit den vegetativen Prothalliumzellen, obwohl FLORIN die Möglichkeit zugibt, daß in früheren Entwicklungszuständen auch vielleicht noch einige wirklich als Prothalliumzellen anzusprechende früh abortierende Zellen vorhanden gewesen sein mögen, oder vielleicht eine der von ihm als Wandzellen angesprochenen Zellen als Prothalliumzellen gedeutet werden könne. Aus der Gleichheit der 4—6 innerhalb dieser Wandzellen eingeschlossenen spermatogenen Zellen schließt FLORIN, daß sowohl „body-cells“ als Stielzelle und auch Schlauchzelle der jetzt lebenden Gymnospermen in sich homologe sind und ursprünglich samt und sonders spermatogene Funktion hatten.

VII. Ginkgoales.

Von dieser in der Jetztzeit nur noch durch *Ginkgo biloba* vertretenen, im Mesozoikum aber gattungs- und artenreich und bis zu einem gewissen Grad auch mannigfaltig vertretenen Pflanzengruppe hat FLORIN (2 und 3) eine nahezu monographische Bearbeitung geliefert.

Die Untersuchungen gehen aus von der Bearbeitung eines mannigfaltig und zum größten Teil ausgezeichnet erhaltenen Materials aus dem Wealden des Franz-Joseph-Landes (von Kap Stephen auf der Prinz-Georgs-Insel, von Eira Harbour auf der Bell-Insel, von Kap Flora und Windy Gully auf der North-Brook-Insel

sowie von der Alger-Insel). Die Bearbeitung dieser Reste hat aber eine Revision aller übrigen bekannten mesozoischen Ginkgoalen nötig gemacht und hat andererseits auch zu einer Klärung des Verhältnisses der *Ginkgoales* zu den *Cordaitales* geführt. Sie hat vor allem auch zu der Feststellung geführt, daß trotz der mannigfaltigen Vermutungen, die die bisherige Literatur diesbezüglich umfaßt, im Mesozoikum keine Cordaiten mehr existiert haben. Bezüglich des Verhältnisses von *Ginkgoales* zu *Cordaitales* vertritt FLORIN die Ansicht, daß sie beide gemeinsamen Ursprungs sein dürften, daß aber die *Ginkgoales* sich nicht direkt von den *Cordaitales* ableiten. Dies ist auch die Auffassung des Referenten.

Im einzelnen ergibt sich nach den Untersuchungen von FLORIN für die fossilen *Ginkgoales* derzeit folgendes: Nach Ausschluß aller weniger bekannten Typen bleiben als Vertreter der Klasse der Ginkgoales in den fossilen Floren unterpermischen bis oberpliozänen Alters folgende Gattungen übrig. *Ginkgo* L. (Mittl. Jura—Pliozän), *Ginkgoites* Seward em. Florin (Rhät—Tertiär), *Ginkgodium* Yokoyama (Ob. Jura), *Baiera* F. Braun em. Florin (Rhät—Unt. Kreide), *Sphenobaiera* Florin nov. gen. (Rotliegendes—Unt. Kreide), *Czekanowskia* Heer (Rhät—Unt. Kreide), *Hartzia* Harris (Rhät), *Arctobaiera* Florin nov. gen. (Unt. Kreide), *Eretmophyllum* Thomas (Mittl. Jura), *Stephenophyllum* Florin nov. gen. (Unt. Kreide), *Windwardia* Florin nov. gen. (Unt. Kreide), *Culgoveria* Florin nov. gen. (Ob. Jura—Unt. Kreide), *Torellia* Heer (Alt-Tertiär), *Pseudotorellia* Florin nov. gen. (Unt. Kreide), *Phoenicopsis* Heer (Mittl. Jura—Unt. Kreide)¹.

Der Wert der aufgeführten Gattungen ist, wie das bei fossilen Pflanzen unvermeidbar ist, natürlich ein verschiedener, insbesondere die Gattung *Phoenicopsis* ist eine künstliche, indem die vielen beschriebenen und in ihr jetzt noch verbliebenen Reste noch keiner anatomischen Untersuchung zugänglich waren und zum Teil auch nie sein werden. Bis zu einem gewissen Grad sind auch die Gattungen *Ginkgoites* und *Sphenobaiera* verhältnismäßig weitgefaßte.

Im einzelnen unterscheiden sich die genannten Gattungen folgendermaßen:

I. Laubblätter mit von der Spreite deutlich abgesetztem Stiel und etwa halbkreisförmigem bis mehr minder dreieckigem Spreitenumriß.

1. Laubblätter entweder ungelappt oder mehr minder tief in 2—8 zungenförmige und basalwärts keilförmig verschälerte Primärlappen geteilt; diese häufig in einer linken und rechten Gruppe angeordnet, normal nur einmal tief in Sekundärlappen geteilt, welche letztere in der Mittelzone des Blattes 4—6 oder mehr subparallele Adern einschließen.

A. Aderung locker bis mäßig dicht, weniger als 20 Adern je cm im apikalen Teil zeigend.

a) Laubblätter in der Epidermisstruktur oder sonstigen, systematisch wichtigen anatomischen Merkmalen mit denjenigen von *Ginkgo biloba* L. (rezent) nahe übereinstimmend: *Ginkgo*.

¹ Ausgeschlossen bzw. nicht berücksichtigt sind: *Rhipidopsis* Schmalhausen, *Psygmophyllum* Schimper, *Saportea* Fontaine u. White, *Dieranophyllum* Grand' Eury, *Trichopitys* Saporta, *Sewardia* Zeiller, *Macrotorellia* Kryštofowitsch und *Baierella* R. Potonié sowie selbstverständlich die als Pteridospermen-Mikrophyllabschnitte erkannten *Whittleseya* Newberry und *Schützia* Geinitz.

b) Laubblätter hinsichtlich der Epidermisstruktur oder sonstiger anatomisch wichtiger Merkmale entweder unbekannt oder auch in irgendeinem von ihnen stärker von *G. biloba* abweichend: *Ginkgoites*.

B. Aderung sehr dicht, 20 oder mehr Adern je cm im apikalen Laubblattteil: *Ginkgodium*.

2. Laubblätter, sehr tief (bis zu mehr als $\frac{2}{3}$), in Primärlappen geteilt, die in zwei Gruppen angeordnet sein können und ihrerseits wenigstens einmal, aber meist wiederholt tiefgelappt sind; alle Lappen schmal-linealisch oder fast so, nicht mehr als 2—4 parallele Adern in irgendeinem Teil einschließend: *Baiera*.

II. Laubblätter ohne deutlich abgesetzten Stiel, gegen den Grund zu keilförmig verschmälert und in ihrem Umriß mehr weniger schmal dreieckig oder zungenförmig bis fast linealisch.

1. Laubblätter stets mehr minder gelappt.

A. Laubblätter mehr minder tief in Lappen geteilt, die fast alle überall mehr als 4 Adern in der Breite enthalten: *Sphenobaiera*.

B. Laubblätter wiederholt tief in schmale, lineare Lappen gabelig geteilt und nirgendwo mehr als 2—4 Adern in der Breite einschließend: *Czekanowskia*.

2. Laubblätter zweigestaltig, entweder ganz und an der Spitze abgerundet oder je 1—2 mal seicht gelappt.

A. Laubblätter schmal, nirgendwo mehr als 4 Adern enthaltend: *Hartzia*.

B. Laubblätter breiter, Anzahl der Adern im breitesten Teil 6—8: *Arctobaiera*.

3. Laubblätter stets ganz und an der Spitze gerundet.

A. Epidermisstruktur der Laubblätter unbekannt: *Phoenicopsis*.

B. Laubblätter ausgeprägt amphistomatisch (d. h. mit mehr minder zahlreichen Spaltöffnungen auch auf der Oberseite).

a) Laterale und polare Nebenzellen der Spaltöffnungsapparate mehr minder verschieden.

α) Spaltöffnungsapparate auf beiden Blattseiten in Einzelreihen und nicht in Streifen angeordnet: *Culgoweria*.

β) Spaltöffnungsapparate nur auf der Oberseite in Einzelreihen angeordnet, auf der Unterseite in schmalen Streifen: *Windwardia*.

b) Laterale und polare Nebenzellen einander ähnelnd radiär angeordnet: *Eretmophyllum* zum Teil.

C. Laubblätter hypostomatisch.

a) Spaltöffnungsapparate innerhalb der Spaltöffnungstreifen mehr minder dicht gestellt und verschieden gerichtet.

α) Epidermiszellen mit geraden Seitenwänden.

1. Epidermiszellen und Kutikularpapillen besonders in den stomafreien Zonen mehr minder langgestreckt: *Stephenophyllum*.

2. Epidermiszellen überall kurz, meist isodiametrisch oder bis zweimal so lang als breit; Kutikularpapillen in Flächenansicht stets rundlich: *Eretmophyllum* z. T.

β) Epidermiszellen mit geschlängelten und gerippten Seitenwänden: *Torellia*.

b) Spaltöffnungsapparate innerhalb der Spaltöffnungstreifen locker gestellt und stets längsgerichtet: *Pseudotorellia*.

Zur Kenntnis der einzelnen Gattungen sei dann noch angefügt: Von den im ganzen nunmehr zu den *Ginkgoales* gerechneten Gattungen interessieren zunächst besonders diejenigen, bei welchen die Laubblätter stets ganzflächig und schmal band- oder spatelförmig sind (Abb. 18). Sie

sind es, die am meisten Beziehungen zu den **Cordaitales** nahelegen konnten, obwohl davon — wie bereits oben vorweg genommen — keine Rede sein darf. Von den hierher gehörigen Gattungen ist **Phoenicopsis** Heer nur als Formgattung zu werten. Sie umfaßt ein heterogenes Material, das selbst in der derzeitigen Begrenzung sicher noch mehr als eine natürliche Gattung enthält. Wegen des ungünstigen Erhaltungszustandes vieler der von den älteren Autoren wie HEER und anderen beschriebenen und abgebildeten „Arten“ ist aber eine wirklich systematische Aufgliederung der Reste unmöglich. Andererseits bietet die Erhaltung der Formgattung **Phoenicopsis** einen praktischen und nomenklatorisch günstigen Ausweg.

Zu den Resten, die zum Teil ehemals in dieser Gattung eingereiht waren, mittlerweile aber eingehender und besser charakterisiert werden konnten, gehören unter anderem die jetzt in die Gattung **Culgoweria** Florin nov. gen. gebrachten Formen: **C. gunni** (Seward) aus dem Oberjura der Culgower Bai Sutherlands (Schottland), dann **C. steenstrupi** (Seward) aus der Unterkreide von Westgrönland und **C. mirabilis** Florin n. sp. aus dem Wealden von Franz-Joseph-Land.

Der Gattung **Culgoweria** nahe verwandt ist die monotypische Gattung **Windwardia** Florin n. gen. mit **W. crookallii** Florin nov. sp. (Abb. 18, C) aus dem Wealden von Franz-Joseph-Land.

Durch den Besitz von Spaltöffnungen nur auf der Blattunterseite ausgezeichnet sind die Gattungen **Stephenophyllum** Florin nov. gen.: einzige Art **St. solmsi** Florin n. sp. (Abb. 18 A) aus dem Wealden von Franz-Joseph-Land; ferner die Gattungen **Torellia** Heer und **Pseudotorellia** Florin nov. gen. beide monotypisch, die eine aus dem Tertiär von Spitzbergen, die andere aus dem Wealden von ebenda. In den ganzen Formenkreis herein gehört auch die Gattung **Eretmophyllum** Thomas, wobei ein Teil ihrer Arten (**E. whitbiense** Thomas, mittl. Jura von Yorkshire und **E. lovisatoi** Edwards, mittl. Jura von Sardinien) zufolge Amphistomatie den Gattungen **Culgoweria** und **Windwardia** nähersteht, während die dritte Art **E. pubescens** Thomas (mittl. Jura von Yorkshire) zufolge Beschränkung der Spaltöffnungen auf die Blattunterseite (Hypostomatie) den Gattungen **Stephenophyllum**, **Torellia** und **Pseudotorellia** näher steht.

Zu den Formen, bei welchen die Laubblätter ein und desselben Kurztriebes teils ganz, teils ein- bis zweimal seicht gelappt sind, gehören die beiden monotypischen **Hartzia** Harris (**H. tenuis** Harris, Rhät von Ostgrönland) und **Arctobaiera** Florin nov. gen. (**A. fletti** Florin nov. gen. aus dem Wealden von Franz-Joseph-Land) (Abb. 18 D).

Kurztriebe mit stets mehr minder tief gelappten Laubblättern haben die Gattungen **Sphenobaiera** Florin n. gen. und **Czekanowskia** Heer. Von den vielen **Czekanowskia**-Arten konnten fünf eingehender untersucht werden: **Cz. setacea** Heer und **Cz. rigida** Heer aus dem jüngeren

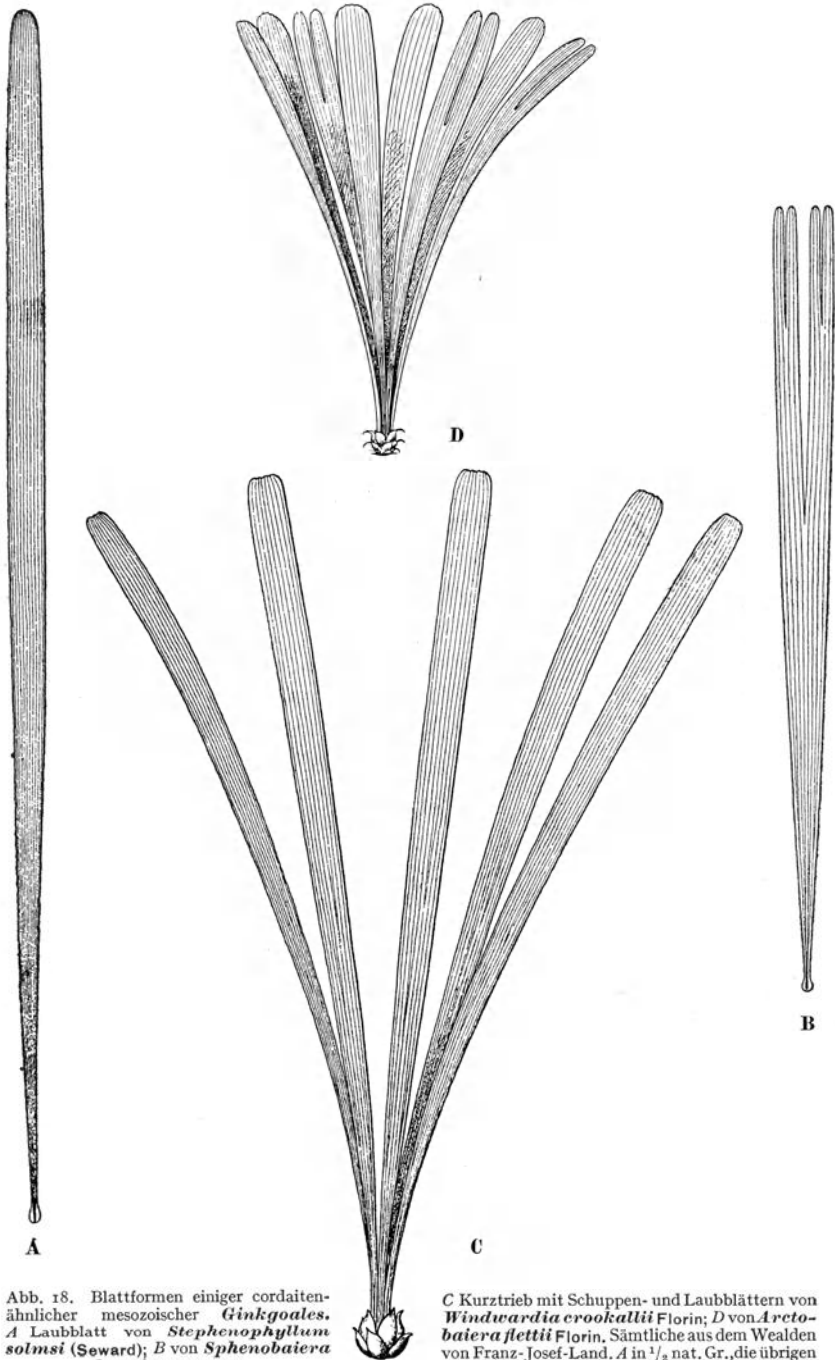


Abb. 18. Blattformen einiger cordaiten-ähnlicher mesozoischer *Ginkgoales*. A Laubblatt von *Stephenophyllum solmsi* (Seward); B von *Sphenobaiera horniana* Florin;

C Kurztrieb mit Schuppen- und Laubblättern von *Windwardia crookallii* Florin; D von *Arctobaiera flettii* Florin. Sämtliche aus dem Wealden von Franz-Josef-Land. A in $\frac{1}{2}$ nat. Gr., die übrigen in nat. Gr. — (Sämtliche nach FLORIN [2—3]).

Mesozoikum Sibiriens, *Cz. murrayana* (L. u. H.) aus dem mittleren Jura von Yorkshire, *Cz. nathorsti* Harris aus dem Rhät von Ostgrönland sowie von Schonen und schließlich *Cz. spec.* von Bornholm. *Sphenobaiera* Florin nov. gen. ist eine Gattung, welche wie aus der Zusammenstellung FLORINS hervorgeht, 22 Arten, die zum größten Teil der Nordhemispäre, zum Teil aber auch der Südhemispäre angehören, umfaßt (Abb. 18 B).

Während sämtliche bis jetzt behandelte Gattungen dadurch ausgezeichnet sind, daß die Laubblätter bei schmal keilförmiger bis fast rein linealischer Gesamtform keinen deutlich abgesetzten Stiel besitzen, sind die im folgenden noch zu erwähnenden Gattungen *Baiera*, *Ginkgodium*, *Ginkgoites* und *Ginkgo* dadurch ausgezeichnet, daß ihre Laubblätter bei etwa halbkreisförmiger bis breit dreieckiger Spreitengestalt einen mehr minder deutlich gegen die Spreite abgesetzten Stiel besitzen, wie das von dem rezenten *Ginkgo* her ja geläufig ist: *Baiera* F. Braun em. Florin, mit 17 Arten; Typart *B. muensteriana* (Presl); *Ginkgoites* Seward em. Florin, mit 37 Arten; *Ginkgo* L. mit 7 fossilen Arten und der Typart *G. biloba* L.

Es muß aber des weiteren noch bemerkt werden, daß die Gattung *Ginkgo* L. selbst herausfällt gegenüber allen übrigen obenaufgeführten Ginkgoalesgattungen, insofern nur bei ihr ein wirklich deutlicher Stiel vorhanden ist, während selbst bei den Gattungen *Baiera*, *Ginkgoites*, *Ginkgodium* nun durch allmähliche Verschmälerung der eigentlichen Laubfläche ein Stiel erreicht wird.

Alle Gattungen mit Ausnahme von *Ginkgo* stimmen auch noch darin überein, daß ihre Kurztriebe abfällig und daß ihre Blattspuren einfach sind, daß schon am Blattgrund die Aderngabelungen einsetzen und die Niederblätter gleichfalls einadrig sind, statt wie bei *Ginkgo* zweiadrig zu sein. Es ist also das ehemals so stark betonte Moment der doppelten Blattspuren, wie es sich bei *Ginkgo* findet, kein Charakteristikum der *Ginkgoales* als solchen. Auch der Besitz lysigener Harzsäcke, der für *Ginkgo* nachgewiesen und bisher als Spezifikum der *Ginkgoales* betrachtet worden ist, darf nicht als solches mehr angesehen werden. Lysigene Sekretlücken besitzen lediglich noch die fossilen *Ginkgo*-Arten ferner *Czekanowskia* und möglicherweise *Stephenophyllum*, die anderen Gattungen dagegen nicht.

In der feineren Struktur der Blattepidermen und ihrer Spaltöffnungsapparate unterscheiden sich die fossilen Gattungen und Arten untereinander, sowie im Verhältnis zu *Ginkgo* in der Verteilung und Anordnung der Spaltöffnungsapparate auf der Blattunterseite allein oder beiderseits, in der Orientierung der Stomata, im Grad der papillösen Ausbildung der Nebenzellen, in der Kutinisierung von deren Außenwand im Vergleich mit den benachbarten Epidermiszellen, in der relativen Längenausdehnung der Nebenzellen (insbesondere der polaren), in der Gestalt-

tung der Radialwände der Epidermiszellen, sowie schließlich in der Anzahl, Größe und Ausgestaltung der Kutikularpapillen im Vergleich mit der Zellform.

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen daß sozusagen als Anhang zu der monographischen Bearbeitung der *Ginkgoales* selbst noch eine Anzahl von Formen untersucht worden sind, die rein äußerlich formale Ähnlichkeiten bieten, so *Yuccites hadrocladus* (Halle) Florin nov. comb. aus dem Rhät Schonens, *Niponophyllum cordaitforme* Stopes u. Fujii aus der Kreide Japans, sowie einige *Desmiophyllum*-Arten: *D. imhoffi* Heer aus dem Keuper von Basel, *D. gothani* Florin nov. spec. aus dem Lias bei Nürnberg, *D. indicum* Sahni aus dem Jura Indiens und *D. latifolium* Heer aus der Kreide Portugals.

Was die Gattung *Desmiophyllum* betrifft, so ist sie eine reine Formgattung; die obengenannten Arten sind teils problematischer Verwandtschaft (*D. gothani*), teils scheinen sie wie *D. latifolium* und *D. indicum* zur Gattung *Araucaria* zu gehören, die Formen, die bisher als *Desmiophyllum* von Franz-Joseph-Land beschrieben worden sind, haben sich als Ginkgoales erwiesen und sind oben unter *Stephenophyllum*, *Windwardia* und *Arctobaiera* behandelt.

Problematisch ist die Stellung von *Yuccites hadrocladus*; *Niponophyllum* könnte zu den Bennettitales gehören. Mit den *Cordaitales*, womit man sie ursprünglich in Beziehung brachte, haben alle diese Formen nichts zu tun.

Wenn somit durch die geschilderten Untersuchungen FLORINS der Begriff der *Ginkgoales* ein wesentlich klarerer geworden ist und sich gezeigt hat, daß diese Pflanzengruppe im Mesozoikum eine noch viel größere Rolle gespielt hat, als bisher angenommen werden konnte, ist pflanzengeographisch noch von besonderem Interesse die Menge der von Franz-Joseph-Land als solchen beschriebenen Formen.

Im Ganzen gesehen, zeigt die Geschichte der Ginkgoales zunächst eine rasche Zunahme der Formenmannigfaltigkeit und der Individuenzahl von der Obertrias an. Die schon früher bestehende Gattung *Sphenobaiera* tritt nunmehr in vielen neuen Arten auf. Die *Ginkgoites*-, *Ginkgo*-, *Baiera*-, *Czekanovskia*- und *Hartzia*-Typen leben bereits zur Rhätzeit; im Jura folgen dann noch Formen mit ganzblättrigem, keilförmigem Laub, wie *Eretmophyllum* und die Angehörigen des Formgenus *Phoenicopsis*. Zweifellos die reichste Entwicklung zeigen die Ginkgoales in der Jura- und Unterkreidezeit. Dann sterben alle Gattungen mit Ausnahme von *Ginkgo*, *Ginkgoites* und *Torellia* aus. Dabei ist interessant, daß *Torellia*, eine Gattung, welche den durch ungeteilte und keilförmige Blätter ausgezeichneten *Phoenicopsis*-Typus vertritt, sich sogar bis ins Tertiär gehalten hat.

Von der Mittleren Kreide an treten die *Ginkgoales* als Florenelement mit einem Male stark zurück: ein Parallelfall zu den *Bennettitales*, die seit dieser Zeit völlig von der Erde verschwunden sind. In beiden Fällen dürfte der rapide Niedergang sich erklären aus der verstärkten Konkurrenz durch die um jene Zeit sich fast explosionsartig entwickelnden Angiospermen.

Wenn, wie gezeigt, die *Ginkgoales* im Gegensatz zu den *Bennettitales* sich auch noch in einzelnen Formen länger und in *Ginkgo biloba* sogar bis heute haben erhalten können, so sind sie doch in der Flora der Jetztzeit nur noch spärlichst vertreten, so sehr, daß man bekanntlich bis vor ganz kurzem geglaubt hat, daß auch *Ginkgo biloba* schon verschwunden wäre, wenn er nicht als Tempelbaum in China, auf Korea und Japan durch den Menschen gepflegt und erhalten worden wäre. Erst 1933 hat W. C. CHENG (Contrib. Biolog. Laborat. Sci. Soc. China, VIII, Nanking) uns ja gezeigt, daß der Baum in der Prov. Chekiang, in Tienmu-Shan noch häufig vorkommt und dort zusammen mit Koniferen und Dikotylen allem Anschein nach noch wild wächst.

VIII. Coniferales.

Von denjenigen fossilen Koniferen, von welchen derzeit exakte Kenntnisse ihrer weiblichen Blütenzapfen vorliegen, findet sich eine auch mit Abbildungen belegte Zusammenstellung in der von HIRMER (1) gegebenen Bearbeitung der weiblichen Blütenzapfen der rezenten und fossilen Koniferen.

Behandelt sind in dieser Bearbeitung vornehmlich die fossilen *Araucariaceen*, die *Cheirolepidaceen* (*Cheirolepis*, *Indostrobus*, *Hirmeriella*, *Takliostrobus* und *Microcheiris*) und verwandte Formen, wie *Stachyotaxus* und *Palissya*, sowie die *Taxodiaceen* *Voltziopsis*, *Voltzia* und *Swedenborgia*.

Über die grundsätzlichen Gedanken HIRMERS in betreff der Ausdeutung des weiblichen Koniferenzapfens ist in Fortschr. Bot. 3, 48 nachzulesen.

Araucariaceae: Eine umfassende, reichbebilderte Abhandlung über jungmesozoische Araucariaceenzapfen aus dem Gebiet des versteinerten Waldes von Cerro Cuadrado in Patagonien und in Zusammenhang damit eine wertvolle Zusammenstellung und Beschreibung der von rezenten Araucarien gebildeten Wälder einerseits sowie versteinertes Wälder andererseits bringt WIELAND.

Ein Teil der von ihm beschriebenen fossilen patagonischen Araucarienzapfen gleicht sehr gewissen lebenden Formen, so *Proaraucaria mirabilis* Wieland nov. gen. u. spec. mit mittelgroßer Entwicklung des distalen („Ligular“-) Teiles der Fruchtschuppe (ähnlich der rezenten A. [Eutacta] excelsa) jedoch mit Colymbea-Beblätterung der Sprosse. Ein anderer Typ: *Paraaraucaria patagonica* Wieland nov. gen. u. spec. fällt ganz aus dem Rahmen des bisher von Araucariaceen Bekannten heraus. Die Zapfen sind klein und schmal, und erinnern nicht zuletzt durch die vergleichsweise enorme Entwicklung des distalen Fruchtschuppenteiles an Zapfen von Wellingtonia, Taxodium oder vielleicht am meisten Sciadopitys. Durch die Einsamigkeit ihrer Fruchtschuppen ist aber andererseits natürlich ihre wirkliche Araucariaceen-Verwandtschaft klar.

Literatur.

- ARNOLD CH. A.: (1) Contrib. Mus. of Paleontol. Univ. Michigan **4**, 15 (1935). — (2) Ebenda **4**, 16 (1935). — (3) Ebenda **5**, 2 (1936). — (4) Ebenda **5**, 3 (1936).
- BERTRAND, P.: (1) C. r. Acad. Sci. Paris **195**, 1303 ff. (1932). — (2) Ebenda **196**, 364 ff. (1933). — (3) Ebenda **196**, 635 ff. (1933). — (4) Palaeontographica, Abt. B **80** (1935).
- CARPENTIER, A., u. H. MARTEL: Bull. Soc. géol. France, 5. Sér. **6** (1936). — CROOKSHANK, H.: Rec. Geol. Surv. India, **69 II** (1935).
- DARRAH, W. C.: (1) Bot. Mus. Leaflets, Harvard Univ. **4**, 4 (1936). — (2) Ebenda **4**, 9 (1937).
- FLORIN, R.: (1) Sv. bot. Tidskr. **30** (1936). — (2) Palaeontographica, Abt. B **81**, **82** (1936).
- GOTHAN, W.: Sitzgsber. naturforsch. Freunde **1936**. — GOTHAN, W., u. F. ZIMMERMANN: Jb. preuß. geol. Landesanst. f. 1935 **56** (1936).
- HIRMER, M.: Bibl. bot. Lief. **114**, Heft **1** **1936**. — HIRMER, M., u. L. HOERHAMMER: (1) Palaeontographica, Abt. B **81** (1936). — (2) Pflanzenareale IV, Lief. **5** (1937).
- KNOELL, H.: Palaeontographica, Abt. B **80** (1935).
- LECLERCQ, S.: (1) Ann. Soc. geol. Belgique **58**, 6/7 (1935). — (2) Ebenda **59** (1936). — (3) Ebenda **60** (1936).
- MARTENS, M. P.: (1) Ann. Soc. sci. Brux., Sér. B **55** (1935). — (2) Ebenda **56** (1936).
- ŌISHI, S., u. K. YAMASITA: J. Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ., Sér. IV **3**, 2 (1936).
- RUDOLPH, K.: Palaeontographica, Abt. B **82** (1937).
- SAHNI, B.: Rec. geol. Surv. India **66** (1936).
- TADEUSZ, B.: Poln. geol. Ges. **12** (1936).
- WALTON, J.: Philos. Trans. roy. Soc. Lond. B **226** (1936). — WIELAND, G. R.: Carnegie Inst. Washington, Publ. **449** (1935).

6. Systematische und genetische Pflanzengeographie.

Der Beitrag folgt in Bd. VII, da der Referent, Professor Dr. EDGAR IRMSCHER, Hamburg, verhindert war.

C. Physiologie des Stoffwechsels.

7. Physikalisch-chemische Grundlagen der biologischen Vorgänge.

Von ERWIN BÜNNING, Königsberg i. Pr.

Mit 2 Abbildungen.

I. Katalytisches Zusammenwirken der Teile.

Aus der Überzeugung, die Eigentümlichkeit biologischer Prozesse sei nicht so sehr in der besonderen *Koordination* der Teile als in dem Vorhandensein besonders „aktiver“ Teile begründet, entstand immer wieder die Hoffnung auf eine Lösung schwieriger Probleme durch Ermittlung der Stoffe, die die aktiven Gestalter eines passiven, nur als Baumaterial dienenden Substrats sind. Diese Anschauung mußte mit der fortschreitenden Forschung immer mehr revidiert werden; die Hormone, die organbildenden Substanzen und andere „Biokatalysatoren“ (MITTASCH) der Tiere und Pflanzen sind nicht notwendig auf eine spezifische Leistung eingestellt und außerdem sind sie durch andere chemische oder physikalische Einwirkungen ersetzbar. Das gilt nicht nur für die Auxine, die sich immer mehr durch die Mannigfaltigkeit ihrer — den jeweiligen Bedingungen angepaßten — Wirkungen auszeichnen; es gilt auch für die „organbildenden Stoffe“ der Tiere: Der in Molchlarven die Zähnchenbildung veranlassende Stoff ist keineswegs für die besondere *Art* dieser Leistung verantwortlich zu machen; denn in Geweben anderer Organismen bedingt er andere, wenn auch verwandte Prozesse, z. B. veranlaßt er Froschgewebe unter geeigneten Bedingungen (Bauchhaut des Frosches in Mundgegend des Molchs verpflanzt) zur Ausbildung der für den Frosch charakteristischen Hornkiefer (SCHOTTÉ, nach SPEMANN). — Der neuralrohrinduzierende Stoff von *Triton* kann bis zu einem gewissen Grad durch Stoffe von Tieren ersetzt werden, die selber kein Neuralrohr bilden, so etwa durch Gewebe der *Hydra*, das nach der Einführung in die *Tritongastrula* dort neuroide Ektodermverdickungen bedingt (WADDINGTON); und ähnliche Effekte lassen sich auch mit ganz anderen Stoffen, wie Ölsäure, Linolensäure, Muskeladenylsäure erzielen (LEHMANN). — Beim marinen Wurm *Bonellia* kann der Übergang der indifferenten Larve zum männlichen Zustand statt durch Entnahme von Stoffen aus dem Rüssel des Weibchens (an dem sich die jungen

Würmer festsetzen) durch Kupfer oder Kalium bedingt werden (HERBST). — Auch die Gene können in vielen Fällen durch ganz andere Faktoren in der Wirkung vertreten werden; bei der Mehlmotte *Ephestia kühniella* die für die Flügelzeichnung verantwortlichen Gene durch hohe, in bestimmten sensiblen Perioden einwirkende Temperatur (KÜHN). — Noch bemerkenswerter ist das Resultat der Sexualhormonforschung. Beim Ersatz einer CO—CH_3 -Gruppe durch OH entsteht aus dem Corpus luteum-Hormon Progesteron ein männlicher „Prägungs“stoff (Testikelhormon, Testosteron), aus diesem durch Abgabe einer CH_3 -Gruppe ein weiblicher „Prägungs“stoff (Follikelhormon, Östradiol). Es gibt sogar einen männlichen Prägungsstoff (Androstandion), der schon durch Einführung einer Doppelbindung zu einem weiblichen Prägungsstoff (Δ^1 -Androstendion) werden kann (BUTENANDT).

Man spricht heute lieber von Organbildung auslösenden als von organbildenden Stoffen. So ist es durchaus berechtigt, wenn MITTASCH auf Grund der eben skizzierten und durch die neuere Forschung immer deutlicher werdende Eigentümlichkeit biologischen Geschehens die „katalytische Verursachung“ wieder mehr in den Vordergrund rückt. MITTASCH rechnet nicht nur die Enzyme, sondern darüber hinaus die Hormone und Wuchsstoffe, die Vitamine, Organisatoren und Gene zu den Biokatalysatoren. Eine Betrachtungsweise, die um so berechtigter erscheint, als die OSTWALDSche Definition, nach der unter einer Katalyse nur die *Beschleunigung* eines schon stattfindenden Vorgangs verstanden wird, zugunsten der weiteren fallengelassen wird, nach der auch die *Neueinleitung* von Vorgängen eine Katalyse sein kann, unter der dann etwa das verstanden wird, was PFEFFER im Organischen als Reizwirkung bezeichnete: Einleitung, Lenkung und Beschleunigung von Aktionen. Die Biokatalysatoren haben also im wesentlichen die Aufgabe, Reaktionswiderstände an geeigneter Stelle und im geeigneten Ausmaß auszu-schalten, zu verringern oder zu erhöhen. Diese Betrachtung MITTASCHS wird noch durch den Hinweis auf die oft enge chemische Verwandtschaft verschiedenartiger Biokatalysatoren (Laktoflavin als Komponente des gelben Atmungsferments und als Vitamin B₂; Sterinderivate als Sexualhormone und als Vitamin D) unterstrichen¹.

II. Physikalische Chemie regulatorischer Prozesse.

Erhaltung der Lebensfähigkeit. Im Zustande latenten Lebens, in dem das Plasma wegen der Unnötigkeit unmittelbarer Funktionsbereitschaft keine hohe Labilität zu besitzen braucht, können Pflanzenzellen (Samen, Sporen) längere Zeit ohne Sauerstoff und bei sehr niedriger Temperatur lebensfähig bleiben. LIPMAN brachte Bakteriensporen sowie Samen mehrerer Pflanzen, darunter *Melilotus*, *Nicotiana*, *Triticum* und *Hor-*

¹ Auf diesen Punkt hat kürzlich KUHN noch spezieller hingewiesen.

deum etwa 2 Tage in ein Gefäß, dessen Temperatur $1-4^{\circ}$ über dem absoluten Nullpunkt lag. Die Lebensfähigkeit der Sporen sowie die Keimfähigkeit der Samen und die spätere Entwicklung der Keimpflanzen wurden durch diese Behandlung nicht beeinträchtigt. — Der Zustand geringer Labilität ruhender Organe hängt übrigens wohl nicht *nur* mit vermindertem Wassergehalt zusammen; schon das wasserreiche Gewebe der in Winterruhe befindlichen Kartoffelknolle zeigt nach dem Zerreiben nicht wie außerhalb der Winterruhe einen ungehemmten Freilauf des Fermentapparats; denn in jenem Fall läßt sich im Gewebebrei durch Eintauchen einer Metallelektrode ein konstantes Redoxpotential messen (WARTENBERG).

Das normale, arbeitsfähige Plasma der nicht ruhenden Zelle kann nur durch fortgesetzte, dem Zerfall entgegenwirkende und den jeweiligen Erfordernissen selbstregulatorisch angepaßte Prozesse lebend bleiben. Auf die durch die Labilität des Plasmas notwendig werdenden Prozesse wurde schon in früheren Berichtsjahren hingewiesen; ihre Bedeutung geht aus PAECHS Versuchen erneut hervor. Schädigung und Absterben der Pflanze unter dem Einfluß der Anaerobiose beruhen keineswegs notwendig auf Stoffwechselbeeinflussungen (Säurebildung); denn schon nach kurzdauerndem Sauerstoffentzug entstehen im Plasma Strukturänderungen, die vor allem an einer wohl durch Entquellung bedingten und an der verzögerten Stärkeumlagerung im Zentrifugierungsversuch erschlossenen Viskositätserhöhung deutlich werden, einer Viskositäts-erhöhung, die, wie die folgende Tabelle zeigt, bei der Erholung der Objekte (*Phaseolus*-Epikotyle) in Luft wieder zurückgeht.

Behandlung der Epikotylstücke	Zur totalen Verlagerung aller Statolithen erforderliche Zeit der Zentrifugierung Sekunden
$5\frac{1}{2}$ Stunden Anaerobiose, 37°	> 500
$5\frac{1}{2}$ Stunden in Luft, 37°	< 60
erst Anaerobiose wie oben; dann 22 Stunden in Luft	250
erst in Luft wie oben und noch weitere 22 Stunden in Luft	< 90; > 60

Außerdem wurden an Rotkohlblättern Permeabilitätsänderungen beobachtet; sowohl die Permeabilität für Harnstoff als auch die für Salze wird vermindert, d. h. der Permeabilitätskoeffizient $\mu = 1 - \frac{c}{c'}$ (c : plasmolytische Grenzkonzentration des Rohrzuckers, c' des jeweils benutzten Plasmolytikums) sinkt:

Versuchsbedingung	μ für Harnstoff	μ für Glycerin
44 Stunden in feuchter Luft, 18°	0,486	0,441
44 Stunden Anaerobiose	0,286	0,380

Erst in offensichtlich geschädigten Zellen steigt die Permeabilität. PAECH deutet die beschriebenen Wirkungen durch die, dem Ausgangspunkt unserer Betrachtungen entsprechende Annahme, die Atmung sei normalerweise an der Aufrechterhaltung der Plasmastruktur beteiligt.

Restitutionen nach Schädigungen. In der ruhenden Zelle zeigt sich somit die Bedeutung regulatorischer Prozesse erst bei der Ausschaltung der Atmung, also der Energiequelle für jene Leistungen. Auf anderem Wege läßt sich die Rolle der Erhaltungsprozesse zeigen, wenn sie zur Beseitigung von Reizwirkungen oder Schädigungen gerade umgekehrt über das normale Ausmaß hinaus steigen müssen und vermöge ihrer selbstregulatorischen Steuerung auch tatsächlich zunehmen. Daß eine solche autoregulatorische Zunahme des Energieumsatzes möglich ist, findet seinen Ausdruck schon im ARNDT-SCHULZESCHEN Gesetz, nach dem als schädigend bekannte Stoffe in nicht zu starken Dosen günstig wirken. Die durch eine Schädigung, etwa nach einer mechanischen oder elektrischen Reizung bzw. Verwundung einsetzende Stoffwechselförderung ist sehr wohl für physiologische Leistungen ausnutzbar und kann z. B. zu Wachstumsförderungen führen (DRAWERT). Die im Dienste der selbstregulatorischen Restitution stehende Atmungssteigerung konnte in DRAWERTS Versuchen aus der thermoelektrisch gemessenen Zunahme der Wärmeproduktion gereizter Organe erschlossen werden. Z. B. zeigten Zwiebschuppen von *Allium cepa* 2—3 Minuten nach elektrischer Reizung ein Maximum der Temperaturzunahme um etwa $0,004^{\circ}$. Für die hiermit zum Ausdruck kommenden restituierenden Vorgänge, die ja nur eine Verstärkung der schon in ruhenden Zellen ablaufenden Prozesse darstellen, ist ebenso wie für diese Sauerstoff notwendig. Die Zeitdauer der restituierenden Vorgänge ergibt sich einerseits aus der Zeitdauer jener „Aktionstemperatur“, andererseits aus dem Abklingen der elektrischen Potentialänderungen (des „Aktionsstroms“), die unmittelbare Folge und Ausdruck der Schädigung sind. Durch diese Untersuchungen werden auch einige Reizbewegungen verständlich, die — wie z. B. die Bewegungen von *Dionaea* und die der Ranken — in einzelnen Phasen durch eine Wachstums hemmung oder Turgorsenkung, in anderen Phasen durch Wachstumsbeschleunigung entstehen. Jene Phasen beruhen auf einer Ausnutzung des direkt durch den Reiz bedingten Zerfallsprozesses diese auf einer Ausnutzung des sekundär einsetzenden Erholungsprozesses.

Atmungs- und Osmoregulation. Die Tatsache, daß zu den Leistungen der bei Schädigungen selbstregulatorisch eingeleiteten Atmungssteigerung auch die Wiederherstellung des normalen elektrischen Ruhepotentials gehört, stützt die Vermutung, daß die Atmung hier u. a. zur Leistung osmotischer Arbeit (Herstellung von Ionenkonzentrationsgefällen, auf denen die elektrischen Potentiale ja beruhen) benutzt wird, also eine Tätigkeit vorliegt, wie sie die Wurzelatmung bei der Ionenakkumu-

lierung ausübt. Über den Mechanismus der im Dienste osmotischer Arbeitsleistung einsetzenden Atmungssteigerung läßt sich auf Grund neuerer Tierversuche einiges aussagen. SCHLIEPER setzte seine Studien über die (auch für Pflanzen bekannte) Beziehung zwischen der Atmungsintensität und dem Wassergehalt sowie dem kolloidalen Zustand des Plasmas im atmenden Gewebe fort. Viele marine Tiere (ebenso wie Algen) zeigen nach der Überführung in Brack- oder Süßwasser eine beträchtliche Atmungssteigerung, z. B. die Strandkrabbe *Carcinus maenas* einen um 10—30% erhöhten Sauerstoffverbrauch. Bei der Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis* besteht kein Einfluß des Salzgehalts im Außenmedium auf die Atmungsintensität und übereinstimmend mit der vermuteten Gesetzlichkeit haben die Kiemen und Muskeln dieses Organismus im Gegensatz zu jenem im Süß- und Brackwasser den gleichen Wassergehalt (PIEH). SCHLIEPER meint jetzt allerdings im Gegensatz zu seiner früheren Auffassung, die primäre „Ursache“ der Atmungssteigerung mariner Organismen im Brack- bzw. Süßwasser könne nicht in einer osmoregulatorischen Leistung beruhen. Das ist in der Form selbstverständlich, jedoch werden hier wohl biologisch ausgenutzter Erfolg und Ursache verwechselt. Die Ursache der gesteigerten Atmung liegt — wie SCHLIEPER treffend ausführt — im geänderten Wassergehalt, warum aber sollte diese Reaktion nicht biologisch ausgenutzt werden können? Gegen die Annahme dieser Möglichkeit ist noch kein Argument gefunden, wenn einzelne Organismen, wie z. B. die Spinnkrabbe *Hyas arenaria* (Muskelgewebe) ebenfalls die Abhängigkeit des O₂-Verbrauchs vom Salzgehalt, nicht aber die Osmoregulation zeigen. — Für eine Beziehung zwischen Atmung und osmoregulatorischer Leistung spricht auch GRAFFLINS Beobachtung, daß bei mehreren Fischen Chloridgehalt und osmotischer Druck des Blutes während starker Erschöpfung zunehmen.

Die so vielen Organismen eigentümliche Beziehung zwischen Wassergehalt und Atmungsintensität steht wohl — wie auch SCHLIEPER vermutet — wenigstens zum Teil mit der Beeinflussung der Quellung und der hierdurch vergrößerten inneren atmenden Oberfläche der Zellen im Zusammenhang; denn nach PIEHS Befunden an isolierten Kiemen von *Carcinus maenas* und *Mytilus edulis* ist ebenso wie durch die Überführung der Organismen in ein anderes natürliches Medium auch durch Übertragung in NaCl-Lösungen eine (oft noch stärkere) Beeinflussung der Atmung möglich und dabei geht, wie die folgende auf *Carcinus*-Kiemen bezügliche Tabelle (PIEH) zeigt, die Atmungsintensität dem jeweiligen Wassergehalt des Gewebes parallel:

Salzgehalt des Mediums in ‰	Wassergehalt der Kiemen in %	Sauerstoffverbrauch, ccm/Std./100 mg Trockensubstanz
32	77,1	0,261
20	79,9	0,398
10	82,4	0,399

Der Theorie entsprechend kann die Atmungsintensität auch durch andere quellungsfördernde Salze (KCl, CaCl₂) erhöht werden.

Es ist verständlich, daß die Atmungssteigerung tierischer und pflanzlicher Zellen in schwach konzentrierten Salzlösungen von einer Atmungshemmung abgelöst wird, wenn die Salzkonzentration zu hoch wird; denn dann macht sich die entuellende Wirkung konzentrierter Lösungen bemerkbar. CIURCA fand bei *Bacterium coli* in 0,1—0,16 mol NaCl-Lösung eine Verdoppelung der Atmungsintensität gegenüber der in reinem Wasser suspendierter Bakterien, in 0,63 mol NaCl-Lösung aber eine verringerte Atmung. Ca wirkt der Atmungsförderung durch Na entgegen; auch das ist ja theoretisch zu erwarten, weil Ca die quellende Wirkung schwach konzentrierter NaCl-Lösungen beschränkt.

Die osmoregulatorischen Leistungen können übrigens sowohl im Wasser- als auch im Salztransport bestehen. Nach Untersuchungen HOSOIS an *Cibrina*, *Mebriidium* und *Diadumene* findet die Wiederherstellung des osmotischen Gleichgewichts bei der Überführung in verdünntes Seewasser durch Wasseraufnahme und durch Salzdifffusion nach außen statt. Bemerkenswert ist, daß bei einer Erhöhung des Ca-Gehalts im Medium auch der Ca-Gehalt im Gewebeinnern zunimmt, die Membranen also sehr wohl für Ca ausreichend permeabel sind.

Als eine durch den Quellungszustand gesteuerte Osmoregulation darf man auch die Tätigkeit der kontraktilen Vakuolen betrachten; den oben wiedergegebenen theoretischen Darlegungen entsprechend besteht auch hier eine Beziehung zwischen dem Salzgehalt des Mediums und der Intensität der Leistung, wobei ebenfalls der zu erwartende Antagonismus zwischen schwach und stärker konzentrierten Salzlösungen zutage tritt. MÜLLER untersuchte die Leistungsfähigkeit der kontraktilen Vakuolen von *Amoeba proteus*, *Zoothamnion hicketes* und *Frontonia maxima*; als Maß der Exkretionstätigkeit diente die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme in die bei der Systole völlig entleerte Vakuole. Die genannte Beziehung wurde sowohl bei der Benutzung von NaCl-Lösungen als auch, wie ein Beispiel (*Amoeba proteus*) zeigen möge, in Seewasser-versuchen gefunden:

Medium	Exkretionswerte in μ^3/sec
Aqua destillata	47
Seewasser, 0,7 $\frac{0}{100}$ Salzgehalt	68
„ 1,4 $\frac{0}{100}$ „	72
„ 2,1 $\frac{0}{100}$ „	60
„ 3,3 $\frac{0}{100}$ „	12

Aufgabe dieser von der Beschaffenheit des Mediums abhängigen Sekretionstätigkeit ist die Aufrechterhaltung des geeigneten osmotischen Drucks durch erhöhte oder verminderte Tätigkeit. Das Umschlagen der Förderung in eine Hemmung bei zunehmender Konzentration des Seewassers bzw. der NaCl-Lösung läßt sich durch die Quellungsbeeinflussung der Zellmembran deuten; in verdünnten Lösungen wird das Eindringen von Wasser erleichtert, in stärkeren Lösungen überwiegt die abdichtende Wirkung, ein Effekt, der in der zu erwartenden Reihe Seewasser < NaCl < MgCl₂ < KCl zunimmt.

Allerdings scheint mir bei diesen Versuchen auch die Möglichkeit zu bestehen, daß die Quellungsänderung hier ähnlich wie bei den vorhergenannten Vorgängen nicht entscheidend ist, weil durch sie die Wasserpermeabilität geändert wird, sondern die Atmung und damit die unter Energieaufwand vollzogene Vakuolentätigkeit beeinflußt wird; die primäre kolloidchemische Wirkung wäre in beiden Fällen gleicher Natur.

III. Elektrische Potentiale, Membranen, Ionenwirkungen.

Ionenwirkung und Membranladung. Für die Ionendurchlässigkeit der Plasmagrenzschichten und damit auch für die Bildung des Potentialsprungs zwischen Innen- und Außenseite der Grenzschicht, also für die Entstehung des (durch Ableitung mit Elektroden meßbaren) „thermodynamischen Potentials“ (ε -Potential) spielt die Eigenladung der Membranen, d. h. deren (durch Kataphorese meßbares) „elektrokinetisches Potential“ (ζ -Potential) eine auch an Modellen, z. B. an Kollodiummembranen demonstrierbare Rolle, die sich, je nachdem, ob die Membran positiv oder negativ geladen ist, aus der relativen Hemmung bzw. Förderung der Kationenpermeation, verglichen mit der Anionenpermeation, erklärt. Jedenfalls konnte an Modellen auch die bei einer Ladungsumkehr, also bei einer Änderung des Vorzeichens vom ζ -Potential zu erwartende Umkehr des ε -Potentials gefunden werden; man glaubte, eine solche Änderung auch an lebenden Membranen, speziell an roten Blutkörperchen zeigen zu können, wenn das elektrokinetische Potential durch Änderung der H^+ -Konzentration entsprechend beeinflußt wurde (HÖBER und MOND). Eine ähnliche Deutung hat jetzt JAHN seinen Beobachtungen an Eimembranen der Heuschrecke *Melanoplus differentialis* gegeben. Die Membranen sind bei p_H -Werten über 2,2 vorwiegend kationenpermeabel, bei p_H -Werten unter 2,2 vorwiegend anionenpermeabel; jener Deutung entsprechend ist also etwa für p_H 2,2 ein isoelektrischer Punkt, für höhere (bzw. niedrigere) p_H -Werte eine negative (bzw. positive) Ladung anzunehmen.

Jedoch ist bei solchen Erklärungen Vorsicht geboten; auch die oben erwähnten, oft zitierten Befunde MONDS an Erythrozyten konnten bei einer erneuten Prüfung durch DAVSON und DANIELLI nicht bestätigt werden. Schon die zur Erklärung der normalen Anionenpermeabilität von HÖBER und MOND angenommene positive Membranladung besteht nicht; im Kataphoreseversuch wandern die Erythrozyten zur Anode, ihr elektrokinetisches Potential ist also negativ¹. Die von MOND behauptete Umkehr der Ionenpermeabilität bei p_H 8,3 konnte durch Messung der K- und Cl-Abgabe zwischen p_H 8 und 10 nicht gefunden werden, die Membranen bleiben elektiv anionenpermeabel. — Daß die Erythro-

¹ Jedoch nach CARDIN u. ZAMBOTTI positiv bei stark verdünnten Suspensionen in Serum-Ultrafiltrat.

zytenmembranen im Gegensatz zu anderen elektiv *anionen*permeabel sind, steht bekanntlich mit ihrer besonderen Funktion, dem Austausch von HCO_3' gegen Cl' im Zusammenhang.

Eine erst zu beweisende Hypothese wird vorausgesetzt, wenn aus der Umkehr des Verhältnisses von Anionen- und Kationenpermeabilität auf eine Umkehr des elektrokinetischen Potentials geschlossen wird und man hier geradezu eine Methode zur Bestimmung des isoelektrischen, also durch Gleichheit positiver und negativer Eigenladung ausgezeichneten Punktes (IEP) gefunden zu haben glaubt, eine Methode, die vor allem durch Prüfung der Aufnahme saurer und basischer Farbstoffe, also von Farbstoffen mit gefärbtem Anion bzw. mit gefärbtem Kation, angewandt wurde. YAMAHA arbeitete mit Erythrosin (sauer) und Methylviolett (basisch). Der p_{H} -Wert ohne bevorzugte Aufnahme eines der beiden Farbstoffe stimmte zwar annähernd mit dem kataphoretisch bestimmten IEP überein, jedoch bestanden Unterschiede bis zu 0,4 p_{H} -Einheiten, die bei einer Berücksichtigung der Bedeutung einer p_{H} -Einheit nicht unbedeutend erscheinen (vgl. den Abschnitt „Zellphysiologie“ in diesem Band). Dürfen wir aber auch überhaupt damit rechnen, daß für die Farbstoffaufnahme ebenso wie zweifellos für den Ausfall des Kataphoreseversuchs das elektrokinetische Potential der *Zellmembran* entscheidend ist? Die Unabhängigkeit der Farbstoffaufnahme vom kataphoretisch meßbaren IEP konnte auch durch Versuche von KOBIS und ROBBINS über die Giftwirkung saurer und basischer Farbstoffe bei Pilzen gezeigt werden. Saure Reaktion begünstigt die Wachstumshemmung durch saure Farbstoffe, alkalische Reaktion die Hemmung durch basische Farbstoffe, ohne daß eine Beziehung zum IEP feststellbar wäre. Vielmehr dürfte hier eher ein Einfluß der H' -Konzentration auf die Dissoziation vorliegen, wenn nicht, wie anscheinend bei meinen (1) Versuchen mit *Aspergillus niger*, der IEP von *Zellsaft*kolloiden für die Farbstoffaufnahme entscheidend ist und es sich demgemäß bei den Verschiedenheiten der Anionen- und Kationenaufnahme nicht um ein Resultat geänderter Permeabilität, sondern um eine Abhängigkeit vom Speicherungsvermögen handelt; so liegt es jedenfalls auch bei der in diesen Fortschritten mehrfach behandelten Frage der p_{H} -Abhängigkeit der Nitratresorption aus Nährlösungen (nach den Versuchen von ITZEROTT und mir [1] an *Aspergillus*): Bei saurer Reaktion gespeichertes Nitrat kann ebenso wie ein gespeicherter saurer Farbstoff durch Abnahme der H' -Konzentration wieder aus den Zellen verdrängt werden, bleibt also unabhängig von der H' -Konzentration permeationsfähig, nicht aber speicherungsfähig. Jedoch gehört die weitere Diskussion dieser Frage nicht so sehr an diese Stelle.

Die oben und auch schon früher (Fortschr. Bot. 4, 158) geteilte Ansicht, nach der für die kataphoretische Wanderung von Pflanzenzellen im elektrischen Feld nur die Ladung der Zellmembranen ausschlag-

gebend ist, erfährt durch die Studien von BUNGENBERG DE JONG und WAKKIN an Hefezellen eine Bestätigung. Untersucht man den Einfluß zunehmender Ionenkonzentration auf die Membranladung und damit auf die kataphoretische Wanderungsgeschwindigkeit eines Kolloids, so

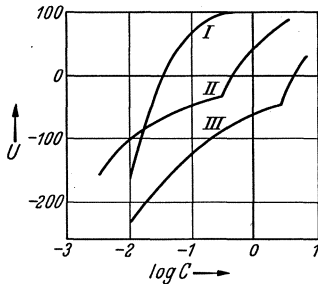


Abb. 19. Relative kataphoretische Wanderungsgeschwindigkeit U (Ordinate) bei verschiedener Salzkonzentration. Vorzeichen von U negativ, wenn die Ladung negativ ist, also Wanderung zur Anode erfolgt. Abszisse: \log der in Mol. ausgedrückten Salzkonzentration. *I*: Typ der gewöhnlich bei Kolloiden erhaltenen Kurve, *II*: Kurve für Hefezellen in $MgCl_2$, *III*: Kurve für Hefezellen in $NaCl$. (Nach BUNGENBERG DE JONG u. WAKKIE, vereinfacht.)

ergibt sich gewöhnlich eine Kurve wie Abb. 19 *I*. Kataphoreseversuche mit Hefezellen führen aber zu Kurven mit einer etwa bei der Erreichung des IEP einsetzenden plötzlichen Richtungsänderung. (Die Umladung selber tritt begrifflicherweise, wie auch Abb. 19 zeigt, durch Anwendung mehrwertiger Kationen schneller ein als unter dem Einfluß einwertiger.) Das gleiche, zunächst unerklärt gelassene Verhalten wie die Hefezellen zeigen aber auch kohlehydratartige Kolloide (Cellophan, Zelluloseazetat, Inulin, Pektinat), so daß es berechtigt erscheint, das elektrophoretische Verhalten der Hefezellen auf die Eigenschaften der Zellwandbestandteile zurückzuführen.

Membranbeschaffenheit und Potentialbildung. Wir haben schon früher (Fortschr. Bot. 4, 146) erwähnt, daß kein zwingender Grund gegen die Erklärung der Potentialbildung aus der Ionendurchlässigkeit gewonnen ist, wenn die bioelektrischen Potentiale (etwa die zwischen Plasma oder Zellsaft und umgebendem Medium bestehenden) eine andere Abhängigkeit von Außenfaktoren zeigen als theoretisch sowie nach Modellversuchen zu erwarten ist. MARSH fand bei *Valonia ventricosa* (eine Elektrode eingestochen, eine im Seewasser) folgende Temperaturabhängigkeit des Potentials:

Temperaturbereich	Q_{10} des Potentials
7—19°	4,15 ± 0,82
17—36°	1,62 ± 0,04

statt des Wertes 1,04, der zu erwarten wäre, wenn das Potential durch die elective Kationenpermeabilität einer positiv geladenen Grenzschicht entsteht und demgemäß der absoluten Temperatur proportional ist. Auch bei Froschmuskelfasern ist die Temperaturabhängigkeit des Ruhepotentials stets größer als der theoretische Wert (BUCHTHAL und LINDHARD). Die Verhältnisse liegen also in den lebenden Zellen zum mindesten nicht so einfach wie bei Modellen. Die für die Potentialbildung wichtige Ionenwanderung und ihre Temperaturabhängigkeit wird sicher in vielen Fällen durch chemische Prozesse beeinflusst. OSTERHOUT fand

bei *Valonia macrophysa* nach dem Zusatz von Guajakol eine Änderung des Ruhepotentials (gemessen durch Ableitung mit einer eingestochenen und einer im Medium verbleibenden Elektrode), die nicht von einer Schädigung begleitet wird und somit wohl Ausdruck geänderter Ionenbeweglichkeiten ist. Normalerweise ist der Zellinhalt etwa 10 mV negativ gegen die Umgebung; er wird z. B. in Seewasser (p_H 6,4) durch Zusatz von 0,01 mol Guajakol um 28 mV positiver, ist nachher also 18 mV positiv gegen die Umgebung; in 0,6 mol NaCl wird der Inhalt bei sonst gleicher Behandlung der Zellen durch den Guajakolzusatz sogar um 53,5 mV positiver. Während vor dem Guajakolzusatz Cl' offensichtlich leichter permeiert als Na' , muß sich dieses Verhältnis nachher umgekehrt haben. Die Versuche, zu denen weiterhin auch noch KCl-Lösungen benutzt wurden, zeigten, daß sich die ursprüngliche Reihe der Ionenbeweglichkeiten: $K > Cl > Na$ durch den Guajakolzusatz in die Reihe $Na > Cl > K$ ändert. Das ist wohl nur durch die Annahme zu erklären, daß nicht einfache Ionen, sondern Komplexe oder chemische Verbindungen permeieren. — Jedenfalls sehen wir, daß die physiologische Ionenwanderung und Potentialbildung kompliziertere Prozesse sind als die an Modellen studierten.

Potentialschwankungen. Wenngleich wir in die Elektrophysiologie keine übertriebenen Hoffnungen für die Lösung physiologischer Probleme setzen dürfen, bleibt das Studium elektrischer Potentiale doch ein wichtiges Hilfsmittel zur Erkennung feinsten physiologischer Vorgänge, als deren Begleiterscheinungen jene Potentiale und Potentialänderungen auftreten. So äußern sich (jedenfalls deutet KIKUCHI seine Versuche so) die amphimiktischen Vorgänge im *Tritonei* in Schwankungen des zwischen vegetativem und animalelem Pol bestehenden Potentials, und zwar in Schwankungen, die schon vor Beginn der Furchung ablaufen. Bei der Einleitung der Furchung (etwa 1 Stunde vor dieser) werden die Potentialschwankungen stärker, vermutlich infolge der Kernteilung; während der Furchung selber werden sie noch beträchtlicher und gleichzeitig kehrt sich die Polarität um (der vor der Furchung gegen den vegetativen Pol negative animale wird positiv; vgl. auch Fortschr. Bot. 4, 145).

Bei Pflanzenzellen können wir an Potentialschwankungen den starken und lang andauernden Einfluß geringfügig erscheinender äußerer Eingriffe erkennen. In den Versuchen AUGERS mit Internodialzellen von *Chara foetida* traten schon durch die Manipulationen der Versuchsvorbereitung Negativitätswellen auf, die anscheinend stundenlang fort-dauern können und mit einer Frequenz von 1—3 je Minute ablaufen. Der periodische Charakter der Potentialschwankungen ist nicht erstaunlich; es verhält sich hier ähnlich wie bei der Wirkung eines konstanten Reizes, etwa einer konstanten elektrischen Durchströmung (Abb. 20): jede Erregung ist von einem Refraktärstadium begleitet und

erst wenn dieses weitgehend abgeklungen ist, die Erregbarkeit also wiederhergestellt worden ist, kann der fortdauernde Reiz eine erneute Erregung auslösen, die der ersten um so früher folgen wird, je größer die Reizintensität ist; denn von dieser hängt es ab, wie weit das Refraktärstadium abgeklungen sein muß, um eine erneute Erregung

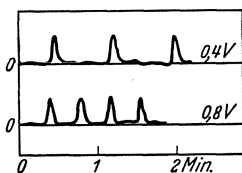


Abb. 20. *Chara foetida*, Ableitung der periodischen elektrischen Potentialänderungen, die während konstanter elektrischer Reizung auftreten. Spannung des Reizstroms rechts in Volt angegeben. 0: Ruhepotential.

zuzulassen. Das Auftreten periodischer Potentialänderungen, also eines diskontinuierlichen Erregungsverlaufs bei kontinuierlichem Reiz ist nach neueren Untersuchungen, speziell nach Potentialableitungen von isolierten Nervenfasern, eine auch im Tierreich weitverbreitete Erscheinung, die ihren Grund in der (jedenfalls in vielen Fällen zutreffenden) Gültigkeit des Alles-oder-Nichts-Gesetzes findet. Begrifflicherweise sind die Frequenzen bei tierischen Organen viel höher, aber auch wieder von der Reiz-

intensität abhängig, so daß die Reaktion eine Funktion der *Frequenz* der Erregungswellen ist, während die *Höhe* der einzelnen Wellen nicht von der Reizstärke abhängt.

Oxydations-Reduktionspotentiale. Es ist vielleicht bemerkenswert, daß die r_H -Werte (Bedeutung: Fortschr. Bot. 3, 66) bei Tieren im allgemeinen um etwa 20, bei Pflanzen um 15—17 liegen; der Zellinhalt der Pflanzen befindet sich also, wohl infolge des Vorherrschens synthetischer Vorgänge, in einem stärker reduzierten Zustand (KRASSINSKY). Auch bei den von KRASSINSKY untersuchten pflanzlichen Speicherorganen finden sich Potentiale um etwa 17,0. Der Kartoffelpreßsaft (mit beträchtlichen Reduktasemengen) ist stark reduziert (r_H 15,5), der der Rettichwurzeln (wohl durch ein Überwiegen der Oxydationsfermente) stärker oxydiert (r_H 18,8). Beim Auskeimen steigen die r_H -Werte um 1,5—2,0 Einheiten (Intensivierung der Oxydationsvorgänge!). Nach WARTENBERGS Untersuchung ist das Redoxpotential des Kartoffelgewebebreis vom physiologischen Zustand der Knollen abhängig; denn abbaukranke Kartoffeln ergaben im allgemeinen ein negatives Potential als gesunde.

Solche Messungen der Redoxpotentiale von Preßsäften sind sicher wichtig; wir dürfen aber nicht übersehen, daß hier insofern eine Ungenauigkeit vorliegt, als schon der Einzelzelle kein einheitliches Potential zukommt, sondern, wie z. B. DORFMANN an Eiern von *Rana temporaria* fand, polare Differenzen bestehen können, die sich in diesem Fall sicher aus einer entsprechenden p_H -Polarität erklären. Das Redoxpotential betrug am animalen Pol (p_H 6,18) +216 mV, am vegetativen (p_H 5,64) +262 mV. Eine ähnliche Redoxpolarität fanden RIESS und GERSCH an *Aplysia*-Eiern; bei diesen hatte die vegetative Zone ein stärkeres Reduktionsvermögen, sie reduzierte Janus-

grün bis zur roten Modifikation, während der Farbstoff in der animalen Zone grün bleibt.

Atmung und Potentialbildung. In den genannten Versuchen DORFMANN'S ist das Zeichen der Redoxpolarität dem der elektrischen Polarität des Eies entgegengesetzt, so daß, wie sich auch aus anderen Erwägungen (Fortschr. Bot. 3, 69) ergibt, die Erklärung der bioelektrischen Potentiale aus Redoxpotentialen nicht möglich ist.

Das zeigen übrigens auch die Versuche DRAWERTS an Aktionsströmen. Es ist zwar, wie schon erwähnt, richtig, daß die Reizung eine verstärkte Atmung bedingt, das führt aber nicht darum zu den elektrischen Potentialschwankungen, weil sich nunmehr das Verhältnis oxydierter zu reduzierter Substanz vergrößert und damit ein geändertes Redoxpotential entsteht; denn die elektrische Negativität erreicht in weniger als einer Minute ihr Maximum, die erhöhte Atmung (erkennbar an der zusätzlichen Wärmeproduktion) aber erst nach einigen Minuten, während sich das elektrische Potential schon wieder seinem Normalwert nähert; die Atmung hängt also offensichtlich nur insofern mit der Potentialbildung zusammen, als sie die Neubildung des Ruhepotentials durch Restitution der semipermeablen Membran und vielleicht des Ionenkonzentrationsgefälles ermöglicht.

Diese Schlußfolgerung läßt sich auch durch Versuche von PONDER und MACLEOD an der Froschhaut rechtfertigen. In der Narkose wird zwar sowohl der Sauerstoffverbrauch als auch die Höhe des Potentials vermindert; aber diese beiden Änderungen sind einander nicht proportional. Im Extremfall (bei Saponinanwendung) kann sogar das Potential ganz aufgehoben werden, während der Sauerstoffverbrauch unverändert bleibt. Vermutlich kommt die Potentialzerstörung hier durch Aufhebung der Semipermeabilität zustande, während eine Erklärung der Befunde durch die Theorie eines unmittelbaren Zusammenhanges zwischen der Intensität der Oxydation bzw. der Höhe des Redoxpotentials und der Größe des elektrischen Potentials versagt.

Ionenwirkungen. RUBINSTEIN, BURLAKOWA und LWOWA konnten bei der Fortsetzung ihrer Versuche an *Drosophila* (Fortschr. Bot. 5, 147), und zwar durch Kultur auf Kieselsäuregel das Aufnahmeverhältnis Na : Ca-Ionen, das normalerweise 7,9 beträgt, auf 300 erhöhen oder auf 1,6 erniedrigen, ohne daß sich Beweglichkeit und Lebensfähigkeit der Tiere durch diese Änderung des „LOEB'Schen Ionenquotienten“ beeinträchtigen ließen. Aber bei solchen Versuchen bleibt die Deutung offen, daß normalerweise ein erheblicher Ionenüberschuß aufgenommen wird, der verringert und vergrößert werden kann, ohne eine Änderung des nur an geringe absolute Mengen gebundenen Ionenverhältnisses an den physiologisch wichtigen Orten zu bedingen. Bei Pflanzen jedenfalls läßt sich der aus zellphysiologischen Versuchen bekannte Einfluß bestimmter Ionen durch entsprechende Ernährungsversuche demonstrieren. KALCH-

HOFER kultivierte *Helodea canadensis* und bestimmte u. a. den Einfluß des Mangels bestimmter Ionen auf die Resistenz. Nach 20tägiger Kulturdauer ergaben sich folgende Zeiten für die zum Abtöten erforderliche Einwirkung von Essigsäure bzw. von erhöhter Temperatur.

Kulturlösung	Lebensdauer	
	in Essigsäure	bei 50° (auf \pm 5 Min. abgerundet)
normal	18 Min.	85 Min.
Ca-frei	6 „	20 „
N-frei	8 „	20 „
P-frei	9 „	65 „
K-frei	?	60 „

K-Ionen gelten nach zellphysiologischen Erfahrungen als verflüssigend, dementsprechend zeigen auch die bei K-Mangel gezogenen Pflanzen vergrößerte Plasmolysezeit und Krampfplasmolyse. Ca-Ionen gelten als verfestigend, und bei Ca-Mangel gezogene Pflanzen zeigen Konvexplasmolyse bei kürzerer Plasmolysezeit. Ähnlich wie *Helodea* verhielten sich *Vicia faba* und *Tradescantia*.

Zu den wichtigsten Ionenwirkungen gehört ja die Beeinflussung und Regulierung der Quellung. Hierdurch können die Ionen nicht nur beschleunigend und verzögernd auf physiologische Prozesse einwirken; sie können auch die Lage biochemischer Gleichgewichte ändern. MICHLIN und FETISSOWA untersuchten die Milchzuckerbildung aus Glykose durch Milchdrüsenbrei; dabei zeigte sich, daß die Laktose nach einigen Tagen zum Teil wieder in Glykose umgewandelt wird. Die Verschiebung des Gleichgewichts entsteht offenbar, weil sich die Oberflächengröße der Kolloide des Gewebesbreis und damit die Konzentration der reagierenden Stoffe an den aktiven Oberflächen ändert. Die Reversion der Glykose \rightarrow Laktose-Umwandlung beginnt nämlich, wenn eine aus der Änderung des Gewebsgewichts erkennbare Hydratation die anfängliche Dehydratation ablöst. Beispielsweise betrug das Gewicht der untersuchten Gewebprobe am 1. Tag 20 g, am 3. Tag 11,5 g, war aber am 5. Tag auf 21,2 gestiegen und erhöhte sich bis zum 11. Tag allmählich weiter auf 28,5 g. Für die Bedeutung der Hydratation bei jener Gleichgewichtsverschiebung spricht auch, daß die hydratationsfördernden Na-, Li- und Ca-Ionen die Glykosebildung begünstigen, während die weniger hydratationsfördernden K-Ionen weniger günstig oder sogar entgegengesetzt wirken.

FREY-WYSSLING hatte vor einiger Zeit betont, daß die für die Pflanze lebenswichtigen Elemente auf alle Reihen des periodischen Systems verteilt sind und immer in der 2. bis 4. Reihe jeder Periode stehen, so daß sich diese Elemente im periodischen System durch eine annähernd horizontal verlaufende, jedoch von der 1. zur 3. Reihe (von K über Mg und Ca zu B) ansteigende „Nährstofflinie“ miteinander verbinden lassen. Be-

kanntlich können bestimmte Ionen u. U. durch andere, in der gleichen Reihe des periodischen Systems stehende ersetzt werden, wenn der Abstand vom zu ersetzenden Ion, also von jener Nährstofflinie nicht zu groß ist. So kann bei *Aspergillus* an Stelle von Ca Zn treten; dagegen war ein Ersatz von K durch Rb bisher nicht möglich. Daher sind Beobachtungen RAHNS an Bakterien und Hefe bemerkenswert. K ist jedenfalls für einige dieser Organismen, z. B. für *Bac. subtilis* notwendig. Bei 30° lebende Kulturen von *Bac. subtilis* zeigten 2 Tage nach der Impfung 100 Zellen je cm³, wenn K fehlte, aber 2100000, wenn 0,005 % KCl zugesetzt worden waren. Folgende an *Saccharomyces cerevisiae* gewonnene Zahlen beweisen die Ersetzbarkeit von K durch Rb.

Zu 100 cm ³ des K-freien Mediums kamen	Zahl der Zellen nach 6 Tagen
keine Zusätze	120 000
10 mg KCl	8 500 000
15 mg RbCl	2 590 000

Daß gerade Rb K ersetzen kann, ist insofern verständlich, als es die gleiche Ionenbeweglichkeit wie K hat und sich zudem ebenso wie dieses durch die Fähigkeit zur β -Strahlung auszeichnet, während Cs, das K nicht ersetzen kann, zwar eine ähnliche Ionenbeweglichkeit, aber keine β -Strahlung besitzt. Damit ist zugleich eine Vermutung über die Rolle des K in der lebenden Zelle ausgesprochen.

IV. Strahlenphysiologie.

Natürliche Lichtbedingungen. Auf strahlenphysiologischem Gebiet sind in neuerer Zeit vor allem durch die Ausarbeitung und Anwendung exakter Methoden viele beachtliche Fortschritte erzielt worden, die u. a. auch für ökologische Untersuchungen wichtig sind. Ich nenne hier die Arbeiten SEYBOLDS über die Lichtverhältnisse an den verschiedenartigen Pflanzenstandorten. Hier seien einige Beispiele herausgegriffen, die den Anteil verschiedener Spektralbereiche an der Gesamtstrahlung charakterisieren. Da die Tabelle nur die qualitativen Unterschiede der einzelnen Pflanzenstandorte kennzeichnen soll, wurden Relativwerte angegeben, wobei die Energie des Spektralbereichs λ 700—650 m μ = 1 gesetzt wurde.

Untersuchte Strahlung	Relative Energie in den Spektralbereichen							
	750-700 m μ	700-650 m μ	650-600 m μ	600-550 m η	550-500 m μ	500-450 m μ	450-400 m μ	400-350 m μ
Sonnenstrahlung, Sonnenhöhe 38° .	0,8	I	I,13	I,19	I,33	I,20	0,91	0,67
Sonnenhöhe 10° .	0,8	I	0,95	0,9	0,73	0,45	0,23	0,14
Grünshatten (unter Blätterdach) . . .	I,8	I	0,54	I	I,1	0,50	0,22	0,07
Bodensee, 4 m Tiefe (Strahlung des blauen Himmels).		I	3,2	11,0	17,0	18,1	9,3	4,0

Nach dieser Charakterisierung der spektralen Zusammensetzung des Lichts gebe ich (ebenfalls nach SEYBOLD) noch einige Zahlen über die Gesamtenergie wieder.

Standort	Energie in 10^{-3} cal/cm ² /min
Sonnenpflanzen, Sonnenhöhe 20°	> 400
Sonnenpflanzen, bedeckter Himmel	etwa 4,5—100
Blauschattenpflanzen (in diffusem Himmelslicht)	etwa 50
Grünschattenpflanzen (Oxalisstandort)	2,75—6,8
Fichtenwald ohne Bodenvegetation bei vollem Sonnenschein	< 1
Bodensee bei schönem Wetter, Oberfläche	510
„ „ „ „ 2 m Tiefe	160
„ „ „ „ 5 m Tiefe	29
Meerwasser, 10 m Tiefe, direktes Sonnenlicht	140

Wirkung verschiedener Lichtqualitäten. Etwas grundsätzlicher müssen wir uns mit den ebenso exakt durchgeführten Untersuchungen mehrerer Autoren über die Abhängigkeit verschiedener physiologischer Prozesse von der Lichtqualität befassen. Bei der Erörterung von Lichtreizwirkungen und auch bei der Diskussion von Problemen der Photosynthese macht sich heute die Auffassung geltend, unsere bisherigen Gedankengänge seien zu sehr von der Quantentheorie beeinflusst worden und diese Theorie habe sich für viele der genannten Prozesse als unanwendbar oder ungültig erwiesen. Dabei wird weniger an die Quantentheorie im allgemeinen als speziell an das photochemische Äquivalentgesetz gedacht (vgl. Fortschr. Bot. 4, 215). Mir scheint diese Konsequenz, so sehr sie auch unter dem Eindruck exakter und wichtiger Versuche entstand, nicht zwingend zu sein; ich meine im Gegenteil, daß wir nur durch eine noch entschlosseneren *Anwendung* der Quantentheorie (und die Kunst physiologischer Forschung besteht ja weniger in der *Prüfung* als in der *Anwendung* physikalischer Gesetze) Erfolge erreichen können. Das sei an einigen, der neueren Forschung entnommenen Beispielen erläutert.

Nach KOMMERELL ist bei der Wirkung des Lichtes auf die Samen der Lichtkeimer in Übereinstimmung mit den Erfordernissen des photochemischen Äquivalentgesetzes die Keimung in den einzelnen Spektralbereichen der Wellenlänge und damit der Quantenzahl proportional. Nun fand aber MEISCHKE diese Proportionalität nicht, beobachtete vielmehr Maxima bei etwa λ 2400 $m\mu$, zwischen λ 700 und 600 $m\mu$, 560 und 520 $m\mu$, sowie im Violett und Ultraviolett, Minima bei 750 $m\mu$, 570 und 490 $m\mu$. Sicher hat MEISCHKE seine Resultate experimentell besser begründet als KOMMERELL, so daß die Schlußfolgerung, es bestehe keine Beziehung zwischen Keimung und Lichtquantenzahl, berechtigt zu sein scheint, zumal die genannte Abhängigkeit nicht etwa auf einer Bandenabsorption der Samenschale beruht. Die genannte Wellenlängenabhängigkeit besteht also, obwohl das lebende Gewebe des Samens ungefähr gleichmäßiges (jedoch von Rot zu Violett allmählich schwächer werden-

des) Licht erhält. Auch für den Phototropismus und für die Spaltöffnungsbewegungen ist die spezifische Wirksamkeit einzelner Spektralbereiche, speziell die starke Wirkung kurzwelligeren Lichtes bekannt. SEYBOLD und MEISCHKE ziehen den Schluß, in diesen Fällen seien Erklärungen mit quantentheoretischen Erwägungen unmöglich, das photochemische Äquivalentgesetz habe hier keine Gültigkeit.

Nach dem photochemischen Äquivalentgesetz entspricht die Zahl der photochemisch umgesetzten Moleküle der Zahl der absorbierten Quanten, der gesamte durch das Licht bedingte Erfolg hängt also nur von der Zahl der Quanten (sofern diese überhaupt wirksam sind) ab, nicht aber von ihrer Größe ($\varepsilon = h\nu$, vgl. Fortschr. Bot. 1, 129 und 4, 215). Dieses Gesetz wird allerdings beim Stattfinden verwickelter chemischer Sekundärreaktionen ungültig oder, richtiger gesagt, verdeckt; auf die Primärprozesse bleibt es anwendbar. Das Äquivalentgesetz ist keine empirische Regel, sondern ein theoretisch begründetes Gesetz, und solange wir gegen seine Begründung selber nichts einwenden können, müssen wir aus den physiologischen Befunden und dem Postulat quantenhafter Lichtabsorption geradezu ermitteln, wieviele Quanten photochemisch absorbiert worden sind. Diese photochemische Absorption ist in allen oben erwähnten Fällen nie direkt gemessen worden. Gemessen wurde nur die Gesamtabsorption im lebenden Gewebe, also die Summe photochemisch wirksamer und thermischer Absorption; d. h. in den gefundenen Absorptionswerten ist auch die Absorption durch Substanzen enthalten, die für die betreffenden photochemischen Reaktionen belanglos sind. Diese Schwierigkeit konnte bekanntlich bei der Untersuchung der Photosynthese eher vernachlässigt werden, weil die Absorption im Chlorophyll die größte Komponente der Gesamtabsorption ist. Schon in Fortschr. Bot. 1, 170, wurde betont, daß wir z. B. beim Phototropismus die Absorption im phototropisch empfindlichen Material kennen müssen, um Schlüsse auf die Natur der Primärprozesse ziehen zu können. Aus diesen Gründen konnte auch KOMMERELL, der die photochemisch wirksame Absorption naturgemäß unbekannt war, gar nicht ohne die von MEISCHKE kritisierten Fehler zu ihrer m. E. richtigen, aber durch die Versuchsfehler in Mißkredit geratenen Annahme, das photochemische Äquivalentgesetz sei gültig, gelangen. Aus MEISCHKES Befunden jedoch müßte eher mittels des Postulats quantenhafter Energieabsorption die Absorptionskurve der für die Keimungsförderung ausschlaggebenden Substanz ermittelt werden¹. Denselben Schluß würde

¹ Unsere Deutung scheint zu scheitern, weil eine Strahlenart die Wirkung anderer *aufheben* kann, also *qualitative* Wirkungsunterschiede bestehen. So verhält es sich nach ORTHS exakten Versuchen auch beim Lichteinfluß auf Sporenkeimung und Protonemawachstum der Farne, z. B. kann blaugrünes Licht die Förderung durch gelbes aufheben, wenn es gleichzeitig mit diesem einwirkt. Es gibt also fördernde und hemmende Bezirke, nicht nur Bezirke starker und schwacher Förderung. Ich folgere hieraus nicht, es handle sich „nicht um eine Quanten-

ich bezüglich der Reizbewegungen ziehen. Die relative Wirksamkeit der einzelnen Spektralbereiche erinnert an die Absorptionskurve von Karotinoiden (Fortschr. Bot. 5, 150), also ist zunächst einmal zu prüfen, ob eine Absorption in einem Karotinoid für Lichtreizwirkungen dieser Art entscheidend ist, ähnlich wie sich ja auch bei Tieren herausgestellt hat, daß die Wirksamkeit einzelner Spektralbereiche von ihrer Absorption im Sehpurpur abhängt.

Auch in der Tierphysiologie wurde bis in die neueste Zeit hinein mehrfach die (gewiß nicht ohne weiteres verwerfbare) Annahme einer spezifischen, z. B. aus der unterschiedlichen Natur der Aktionsströme erkennbaren Wirkung verschiedener Spektralbereiche gemacht. Erst die neuen Versuche von GRAHAM und seinen Mitarbeitern an Tauben bzw. Ratten ergaben, daß zwar der elektiven Absorption im Sehpurpur entsprechend Strahlen von λ 500—510 m μ am stärksten wirken, daß sich aber durch entsprechend erhöhte Energie der Lichtreize auch mit allen anderen Spektralbereichen völlig gleichartige Aktionsströme erzielen lassen.

Es ist gar nicht so unwahrscheinlich, daß gerade den Karotinoiden im Tier- und Pflanzenreich eine besondere Bedeutung bei der Entstehung der Lichtreizwirkungen zufällt. Die Karotinoidnatur des Sehpurpurs ist nachgewiesen und auch Beziehungen zu anderen, einfacheren Karotinoiden konnten ermittelt werden. Vitamin A, das ja zu den Karotinoiden gehört, bildet den Ausgangspunkt der Sehpurpursynthese; beim Zerfall des Sehpurpurs (also bei dessen Ausbleichung durch Licht) entsteht erneut (auf dem Wege über ein anderes, Retinen genanntes Karotinoid) Vitamin A (Versuche WALDS an Fröschen und Fischen).

Unter den Netzhautkarotinoiden befindet sich auch β -Karotin (BRUNNER, BARONI und KLEINAU). Das ist darum erwähnenswert, weil möglicherweise auch bei den Pflanzen gerade dem Karotin selber eine wichtige Rolle bei der phototropisch wirksamen Strahlungsabsorption zukommt; jedenfalls scheint mir hierfür die relative Wirksamkeit von Strahlen verschiedener Wellenlänge beim Phototropismus von *Avena* zu sprechen. Hier besteht keineswegs die bisher zumeist angenommene eingipflige Empfindlichkeitskurve. JOHNSTON fand in einer sorgfältigen Untersuchung zwei Empfindlichkeitsmaxima, eines bei λ 440 (oder 445) m μ , ein zweites bei λ 470—480, ein Minimum bei λ 458. JOHNSTON hat keine Erklärung der Empfindlichkeitskurve versucht; jedoch ist die

wirkung“, ziehe vielmehr unter *Anwendung* der Photochemie den Schluß: Es sind verschiedene, bei einer Lichtabsorption unterschiedliche Prozesse einleitende Substanzen beteiligt. Die Unterschiede der Absorptionsspektren dieser Substanzen bedingen, daß je nach der einwirkenden Lichtqualität der eine oder der andere Prozeß (Förderung bzw. Hemmung der Entwicklung) überwiegt, obgleich für jeden dieser Prozesse absorbierte Energiemenge bzw. Quantenzahl entscheidend sind. (Analoges Beispiel: Erklärung der qualitativen Wirkungsunterschiede verschiedener Strahlenarten beim Sehen durch die Annahme von 2 [HERING] oder 3 [HELMHOLTZ] verschiedenen Substanzen in der Retina.)

Übereinstimmung mit der (allerdings vom Lösungsmittel abhängigen) Absorptionskurve von Karotin bemerkenswert. Es sei kurz mitgeteilt, daß ich zur Prüfung der hier geäußerten Vermutung (noch unveröffentlichte) Versuche mit Sporangienträgern von *Pilobolus* durchgeführt habe und hier eine gute Übereinstimmung der phototropischen Wirksamkeit verschiedener Spektralbereiche mit ihrer direkt am lebenden Objekt gemessenen Absorption im reichlich vorhandenen β -Karotin der Reizrezeptionszone fand. Auch ist bei diesem Objekt nachweisbar, daß im Falle gleichstarker Energieabsorption langwelliges Licht gemäß den Erfordernissen des photochemischen Äquivalentgesetzes wirksamer ist als kurzwelliges.

Die Fluoreszenz der Karotinoide (sie ist stärker als bisher oft angenommen wurde) zeigt, daß diese Stoffe durch Licht in einen angeregten, energiereicheren Zustand übergeführt werden können. Möglicherweise führt die Wiedergabe der absorbierten Energie innerhalb der Zelle normalerweise zur Aktivierung anderer Stoffe (etwa des Sauerstoffs) und damit zur Photooxydation (vgl. Fortschr. Bot. 5, 206), so daß die Lichterregung nach einem Schema eingeleitet würde, das METZNER früher durch seine Versuche über den mit fluoreszierenden Farbstoffen induzierten Phototropismus aufgestellt hat. In der Tat lassen sich mit Karotinoiden photodynamische Wirkungen hervorrufen. KUEN und PÜRINGER fanden an Hammelblut, dem auf Agarplatten Karotin aus *Selaginellablättern* oder aus Karotten, in anderen Versuchen Xanthophyll zugesetzt worden war, Hämolyseförderung bei der Einwirkung von Strahlen der Wellenlängen 254—435 $m\mu$ (die von Karotin und Xanthophyll noch gut absorbiert werden). Bei Chlorophyllgegenwart trat die Hämolyse begreiflicherweise auch in langwelligem Licht ein.

Wie die Primärvorgänge der Lichtreizaufnahme zu den weiteren Erregungen führen, ist nicht bekannt. In der Netzhaut kommt es bekanntlich schließlich zu Aktionsströmen, und diese retinalen Potentialänderungen sind ihrerseits Ursache der Nervenaktionsströme. Bei den Pflanzen liegen die Verhältnisse insofern ähnlich, als auch hier Aktionsströme auftreten (BÜNNING [2]).

Es ist nach diesen Darlegungen nicht erstaunlich, daß die phototropische Erregung offensichtlich auch durch Lichtabsorption im Chlorophyll bedingt werden kann. Nach ATKINS ist bei grünen Pflanzen (*Lepidium sativum*) im Gegensatz zu chlorophyllfreien (Haferkoleoptilen) rotes Licht phototropisch wirksam:

Spektralbezirk	Relative phototropische Wirksamkeit bei	
	<i>Avena sativa</i>	<i>Lepidium sativum</i>
358 $m\mu$, ultraviolett . .	81,7	64,2
448 $m\mu$, blauviolett . .	100	98,7
464 $m\mu$, blau	88,4	100
545 $m\mu$, grün	2,2	0
645, 706 $m\mu$, rot	0	17,6

Hieraus folgt aber nicht, daß die Lichtabsorption im Chlorophyll auf gleichem oder nur auf gleichem Wege zur phototropischen Erregung

führt wie die Lichtabsorption in Karotinoiden. — Von hier aus können uns auch die neueren Untersuchungen über die Physiologie der Spaltöffnungsbewegungen verständlich werden. Daß es sich bei diesen Bewegungen um Reizerscheinungen handelt, steht außer Zweifel, darum darf aber nicht die Unwichtigkeit des in den Schließzellen vorhandenen Chlorophylls behauptet werden; dieses könnte vielmehr sowohl durch Einschaltung der CO_2 -Assimilation und dadurch bedingter Zustandsänderungen im Zellinnern (etwa durch p_{H} -Änderungen, vgl. Fortschr. Bot. 5, 150) wichtig werden als auch für solche Prozesse, wie sie möglicherweise durch die Lichtabsorption in Karotinoiden (vgl. oben) eingeleitet werden. HARMS sowie auch PYRKOSCH fanden neuerdings, daß rotes Licht bei der Entstehung von Spaltöffnungsbewegungen relativ schwach wirkt. Beispielsweise ermittelte HARMS bei Gleichheit der benutzten Lichtintensitäten folgende Zahlen:

Pflanze	Maximale Spaltöffnungsweite in %			
	blau	grün	orange	rot
<i>Helianthus annuus</i> . .	100	60—80	30—45	—
<i>Vicia faba</i>	100	90—100	50—60	25—40
<i>Ricinus communis</i> . . .	100	80—90	50—60	etwa 10

Bei *Clusia mexicana* ist nach PYRKOSCH rotes Licht selbst dann unwirksamer als blaues, wenn jenes eine 200fach höhere Intensität besitzt. Aus diesen Versuchen folgt, daß es für die Spaltöffnungsbewegungen nicht nur auf eine Lichtabsorption im Chlorophyll ankommt; nicht aber folgt die Unwichtigkeit des Chlorophylls, für dessen Beteiligung manche Tatsachen sprechen.

Aber auch, wenn sich die spezifische Wirksamkeit einzelner Spektralbereiche nicht aus der elektiven Absorption in bestimmten Substanzen erklärt, darf nicht schon auf die Ungültigkeit photochemischer Gesetze, speziell des Äquivalentgesetzes, geschlossen werden. Ganz abgesehen von der Möglichkeit einer Komplikation durch Sekundärreaktionen und abgesehen von der anderen Möglichkeit, daß nur Quanten mit einer bestimmten Mindestenergie photochemisch wirksam werden, muß z. B. noch damit gerechnet werden, daß nur die Absorption in bestimmten Molekülteilen einer Substanz entscheidend ist. WARBURG und CHRISTIAN untersuchten die Zerstörung des wasserstoffübertragenden Co-Ferments durch Ultraviolettstrahlung. Die Wellenlängenabhängigkeit (im Bereich λ 186—286 $m\mu$) entspricht nicht den Absorptionskoeffizienten des Co-Ferments. Daraus wird aber nicht auf die Ungültigkeit der photochemischen Gesetze, sondern gerade umgekehrt unter Anwendung jener Gesetze der Schluß gezogen, daß für die Zerstörung nur die Absorption in bestimmten Atomgruppen des Ferments entscheidend ist.

Schädigende Strahlenwirkungen. Gewiß ist neben der Strahlenabsorption in Pigmenten auch eine Absorption im Plasma und anderen Zellinhaltskörpern physiologisch wichtig. PYRKOSCHS Versuche an Milch können zum Verständnis solcher Wirkungen beitragen. Mit der polarographischen Methode konnten Änderungen der Adsorptionsfähigkeit der Kolloide an der Kathode ermittelt werden, und zwar erhöhte

sich die Adsorptionsfähigkeit in kurzwelligem Licht stärker als in langwelligem.

Bei der direkten Einwirkung von Strahlungen auf das Plasma werden die Effekte zumeist auf kolloidalen Umwandlungen beruhen; daher ist es verständlich, daß das Ausmaß der Wirkung von der Stabilität der Plasmakolloide abhängt. Beispielsweise ist nach den Versuchen ERDMANNNS an Hefe die aus der Teilungsverzögerung ermittelte Empfindlichkeit gegen Röntgenstrahlen vom Wassergehalt abhängig (wasserarmes Plasma wird im allgemeinen stabiler sein als wasserreiches). Es ergaben sich folgende Zahlen der Strahlenempfindlichkeit unter dem Einfluß wasserentziehender Elektrolyte oder Nichtelektrolyte:

Behandlung mit	Relative Strahlenempfindlichkeit
Leitungswasser	100
0,5 % NaCl	73
6 % Harnstoff	70

Ein ähnlicher Erfolg zeigte sich, wenn der Wasserentzug durch Austrocknen bedingt war, und zwar bestand dabei eine Proportionalität zwischen der Resistenzerhöhung und dem Gewichtsverlust:

Exsikkatorfüllung	Hefegewicht (relativ)	Strahlenempfindlichkeit
Wasser	100	100
H ₂ SO ₄	60,8	88
H ₂ SO ₄	55	68,4

Eine analoge Deutung lassen die Versuche AFANASSJEWAS an Roggen und Weizen zu. Wurden die Früchte vor der Behandlung mit Röntgenstrahlen 6 Stunden benetzt und im Verlauf von 12 Stunden wieder getrocknet, so bedingten schon geringere Strahlungs Dosen Änderungen der intrazellulären Beschaffenheit und der späteren Entwicklung der Pflanzen als bei unbenetzt gewesenen Früchten. Es ist auch fast selbstverständlich, daß Samen (*Pisum sativum*) nach ATABEKOWA weniger empfindlich sind als Keimlinge.

Lichtproduktion. Der Hinweis auf die Chemolumineszenz der Dimethyl-Diacridyliumsalze (Fortschr. Bot. 5, 148) wird durch die Versuche von EYMERS u. SCHOUWENBURG noch berechtigter: Das von *Photobacterium phosphoreum* produzierte Licht (λ 430—610 m μ , Maximum 490 m μ) hat eine ähnliche spektrale Zusammensetzung wie das bei der Reaktion jener Stoffe auftretende.

Zum Schluß sei hier noch auf das umfangreiche, unter Mitwirkung zahlreicher Autoren von DUGGAR herausgegebene Werk über biologische Strahlenwirkungen hingewiesen.

Literatur.

AFANASSJEW A. S.: Protoplasma (Berl.) 25, 77 (1936). — ATABEKOWA, A. J.: Ebenda 25, 234 (1936). — ATKINS, G. A.: Ann. of Bot. 50, 198 (1936). — AUGER, D.:

Comparaison entre la rythmicité des courants d'action cellulaires chez les végétaux et chez les animaux. Paris 1936.

BRUNNER, O., E. BARONI u. W. KLEINAU: Hoppe-Seylers Z. **236**, 257 (1935). — BUCHTHAL, F., u. J. LINDHARD: Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.) **74**, 223 (1936). — BUNGENBERG DE JONG, H. G., u. J. G. WAKKIE: Protoplasma (Berl.) **27**, 98 (1936). — BÜNNING, E.: (1) Flora (Jena) **31**, 87 (1936). — (2) Jb. Bot. **84**, 336 (1937). — BUTENANDT, A.: Naturwiss. **24**, 545 (1936).

CARDIN, A., u. V. ZAMBOTTI: Atti Soc. med.-chir. Padova **14**, 268 (1936). — CIURCA, C. I.: C. r. Soc. Biol. Paris **121**, 1661 (1931).

DAWSON, H., u. J. F. DANIELLI: Biochem. J. **30**, 316 (1936). — DORFMANN, W. A.: Protoplasma (Berl.) **25**, 427 (1936). — DRAWERT, H.: Planta (Berl.) **26**, 391 (1937). — DUGGAR, B. M.: Biological effects of radiation. New York und London 1936.

ERDMANN, K.: Protoplasma (Berl.) **26**, 557 (1936). — EYMERS, J. G., u. K. L. v. SCHOUWENBURG: Enzymologia **1**, 107 (1936).

FREY-WYSSLING, A.: Naturwiss. **23**, 767 (1935).

GRAHAM, C. H., E. H. KEMP u. L. A. RIGGS: J. gen. Physiol. **13**, 275 (1935). — GRAHAM, C. H., u. L. A. RIGGS: Ebenda **12**, 279 (1935).

HARMS, H.: Planta (Berl.) **25**, 155 (1936). — HARTLINE, H. K.: Cold Spring Harbor Symp. **3**, 245 (1935). — Hosoi, K.: Sci. Rep. T. hoku Univ. IV **10**, 377 (1935).

ITZEROTT, D.: Flora (Jena), N. F. **31**, 60 (1936).

JAHN, T. L.: J. cellul. a. comp. Physiol. **7**, 23 (1935). — JOHNSTON, EARL S.: Smithsonian Misc. Coll. **92**, 1 (1934).

KALCHHOFER, Z.: Protoplasma (Berl.) **26**, 249 (1936). — KIKUCHI, K.: Fol. anat. jap. **13**, 177 (1935). — KOBBS, E., u. W. J. ROBBINS: Amer. J. Bot. **23**, 133 (1936). — KOMMERELL, L.: Jb. Bot. **66**, 461 (1927). — KRASSINSKY, N.: Protoplasma (Berl.) **25**, 41 (1936). — KÜHN, A.: Naturwiss. **23**, 1 (1935). — KUEN, F. M., u. K. PÜRINGER: Biochem. Z. **286**, 196 (1936). — KUHN, R.: Naturwiss. **25**, 225 (1937).

LEHMANN, F. E.: Naturwiss. **24**, 401 (1936). — LIPMANN, CH. B.: Plant Physiol. **11**, 201 (1936).

MARSH, G.: Carnegie Inst. Washington. Publ. **475**, 1 (1936). — MEISCHKE, D.: Jb. Bot. **83**, 359 (1936). — MICHLIN, D., u. T. FETISSOWA: Biochem. Z. **282**, 26 (1936). — MITTASCH, A.: Über katalytische Verursachung im biologischen Geschehen. Berlin 1935. — (2) Katalyse und Katalysatoren in Chemie und Biologie. Berlin 1936. — MÜLLER, R.: Arch. Protistenkunde **87**, 345 (1936).

ORTH, R.: Jb. Bot. **84**, 358 (1937). — OSTERHOUT, W. J. V.: J. gen. Physiol. **20**, 13 (1936).

PAECH, K.: Planta (Berl.) **24**, 529 (1935). — PIEH, S.: Zool. Jb., Abt. allg. Zool. u. Physiol. **56**, 129 (1936). — PONDER, E., u. J. MACLEOD: J. gen. Physiol. **20**, 433 (1937). — PYRKOSCH, G.: Protoplasma (Berl.) **26**, 418, 530 (1936).

RAHN, O.: J. Bacter. **32**, 393 (1936). — RIESS, E., u. M. GERSCH: Pubbl. Staz. zool. Napoli **15**, 223 (1936). — RUBINSTEIN, D. L., H. BURLAKOWA u. W. LWOWA: Biochem. Z. **284**, 437 (1936).

SCHLIEPER, C.: Biol. Zbl. **56**, 87 (1936). — SEYBOLD, A.: Jb. Bot. **82**, 741 (1936). — SPEMANN, H.: Neueste Ergebnisse entwicklungsphysiologischer Forschung. Freiburg 1934.

WADDINGTON, C. H., u. A. WOLSKY: J. of exper. Biol. **13**, 92 (1936). — WALD, G.: (1) J. gen. Physiol. **19**, 78F (1936); Ebenda **20**, 45 (1936). — WARBURG, O., u. W. CHRISTIAN: Biochem. Z. **282**, 221 (1935). — WARTENBERG, H., u. A. HEY: Phytopath. Z. **9**, 531 (1936).

8. Zellphysiologie und Protoplasmatik.

Von S. STRUGGER, Jena.

Mit 6 Abbildungen.

I. Zytoplasma. WEBER (1) berichtet in einer historischen Studie über den zweifachen Ursprung des Wortes Protoplasma. Bereits PURKINJE (1840) hat dieses Wort für die embryonale Substanz der Tiere gebraucht; es steht aber fest, „daß wir den fruchtbar weiterwirkenden Begriff Protoplasma HUGO VON MOHL (1846) verdanken“.

Viskosität, Kohäsion, Oberflächenspannung, Elastizität. NORTHEN prüfte mit der Zentrifugierungsmethodik die relative Viskosität von *Zygnema*-Zellen. Es konnte kein bestimmter, für das *Zygnema*-Plasma charakteristischer Wert gefunden werden, sondern je nach der angewandten Zentrifugalkraft (bei gleichbleibendem Produkt von Zentrifugierungsdauer \times Umdrehungszahlen) erhält man recht verschiedene Werte. Je größer die Kraft, desto kleiner die scheinbare Viskosität. Daraus geht hervor, daß das Plasma von *Zygnema* elastische Eigenschaften besitzt und sich wie eine anormale Flüssigkeit verhält.

DELLINGSHAUSEN führte erstmalig *vergleichende Viskositätsmessungen* an zwei genetisch verschiedenen Plasmen (*Epilobium hirsutum*- und *Epilobium luteum*-Plasma mit weitgehend ähnlichem Genom, *Epilobium hirsutum*) durch (vgl. Fortschr. Bot. 5, 160). Die entsprechenden Pflanzen sollen mit λh^n (*Hirsutum*-Plasma mit *Hirsutum*-Kern) und λl^n (*Luteum*-Plasma mit *Hirsutum*-Kern) bezeichnet werden. Die WEBERsche Plasmolyseform- und -zeitmethode wurde in origineller Weise quantitativ ausgebaut. Flächenschnitte vom 2. Internodium des Hauptsprosses wurden in einer 0,5 mol. KCl-Lösung plasmolysiert. Da mit steigender Viskosität eine Zunahme der Konkavitäten des plasmolysierten Protoplasten in den ersten Stadien der Plasmolyse eintritt, so muß mit steigender Viskosität die Oberfläche des Protoplasten bei gleichbleibendem Volumen größer werden. Das Verhältnis Oberfläche : Volumen muß sonach ein vergleichbares Maß für die Viskosität abgeben. Praktisch kann ein solches Maß am besten für das Verhältnis Umfang : Flächeninhalt Verwendung finden, welches nach Korrektion von Fehlerquellen als das Verhältnis tatsächlich gemessener Umfang : Umfang eines aus dem gemessenen Flächeninhalt berechneten Kreises für die

Bestimmungen angewandt wurde. Der Viskositätsquotient $V_i = \frac{U}{U'}$ $= \frac{U}{2\sqrt{Fl \cdot \pi}}$. Aus der untenstehenden Kurve (Abb. 21) ersehen wir, daß diese Methode uns die Abrundungsgeschwindigkeit der Protoplasten in schöner Weise veranschaulicht. Das *Hirsutum*-Plasma besitzt eine wesentlich höhere Viskosität als das *Luteum*-Zytoplasma, was durch viele Messungen in allen Fällen bestätigt werden konnte. Nach 10 Minuten hat sich das lh^n -Plasma bereits abgerundet, was für das hh^n -Plasma nicht zutrifft.

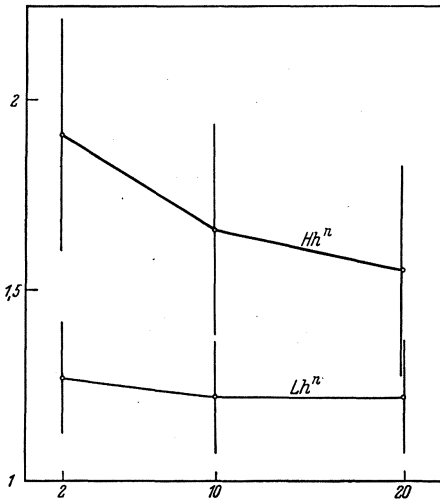


Abb. 21. Plasmolyseformversuche. Abszisse: Zeit in Minuten, Ordinate Viskositätsquotienten $\frac{U}{U'}$. Die senkrechten Striche geben die Größe des dreifachen mittleren Fehlers an. (Nach von DELLINGSHAUSEN.)

Auch mit der Zentrifugierungsmethode wurde dieses Verhalten einer eingehenden Nachprüfung unterzogen. Die Verlagerung der Chromatophoren und der Kerne wurde dabei quantitativ ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten eine völlige Übereinstimmung mit den durch die Plasmolyseformuntersuchung gewonnenen — ein schöner Beleg für die Brauchbarkeit der Plasmolyseform- und -zeitmethode. Chloralhydratbehandlung und Aussetzung des Materials verschiedener Temperatur ändern nichts an diesem prinzipiellen Ergebnis. Sehr schön ist der Befund, daß die Viskosität des *Hirsutum*-Plasmas durch

Chloralhydrat erhöht, die des *Luteum*-Plasmas aber erniedrigt wird. Die Bedeutung dieser Befunde liegt darin, daß dadurch die weitgehende Selbständigkeit genetisch verschiedener Plasmen bei gleichem Genom experimentell erwiesen wird. Einschränkend aber möchte der Referent betonen, daß bei derartigen Analysen die ontogenetischen phänotypischen Verschiedenheiten der Plasmen innerhalb einer Pflanze (Viskositätsgradienten) nicht ganz übersehen werden dürfen.

Schöne Ergebnisse erzielt MÜLLER bei seinen Studien über die Beeinflussung der Plasmolyseform und -zeit durch Alkoholbehandlung. Für die Konkavepidermis der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa* konnte festgestellt werden, daß durch eine Vorbehandlung des Materials mit einer 10 proz. Lösung von Äthylalkohol durch 5—7 Stunden hindurch die Viskosität des Zytoplasmas so zunimmt, daß die Plasmolysezeit unendlich erreicht wurde. Bei solchen Zellen war noch eine Deplasmolyse möglich, womit die Vitalität hinreichend bewiesen erscheint. Wird dem

Plasmolytikum Alkohol zugesetzt, so erfolgt die Wirkung des Alkohols wesentlich schneller, bleibt aber in derselben Richtung. Zentrifugierungsversuche konnten auch hier das Resultat der Plasmolyseformuntersuchungen vollauf bestätigen. Die Zellen der Konkavepidermis dagegen zeigten gegenüber der Konvexpidermis insofern eine Verschiedenheit, als der Alkohol die Plasmolyseform nicht so leicht zu beeinflussen vermag; doch wurden prinzipiell dieselben Verhältnisse vorgefunden. Nach Wässerung ist die Alkoholwirkung reversibel. Bemerkenswert ist ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren. Nach SEIFRITZ (1923) und WEBER (1924) erfolgt durch Alkoholbehandlung eine Verminderung der Zytoplasmaviskosität. Es ist demnach dringend erwünscht, diesen vielleicht nur scheinbaren Widerspruch durch weitere experimentelle Arbeit zu klären.

SCHNEE berichtet über die Verteilung positiver und negativer Plasmolyseorte in den Endodermiszellen von *Cobaea scandens*. Dort, wo der CASPARYSche Streifen verläuft, ist das Haftvermögen des Zytoplasmas so groß, daß eine Bandplasmolyse in auffallender Weise in Erscheinung tritt. Diese Bandplasmolyse tritt auch an alkoholfixiertem Material auf. PFEIFFER (1) untersucht die *Zerreißfestigkeit* (Kohäsion) entblöter Protoplasten, indem er diejenige Konzentration eines langsam permeierenden Plasmorrhytikums ermittelt, nach deren Einwirkung die Objekte beim Überführen in Wasser platzen. Bei Erhöhung des Plasmorrhhysegrades steigt die Zerreißfestigkeit. Auch die Natur des Plasmorrhytikums spielt im Sinne der Quellungsbeeinflussung durch Ionen dabei eine große Rolle. Derselbe Autor (2) macht auch den Versuch einer physikalischen Analyse des plasmolytisch hervorgerufenen Durchschnürungsphänomens langgestreckter Protoplasten. Es konnten viele wirksame Faktoren aufgefunden werden, wie: einseitiger Wasserentzug, Herabsetzung des Diffusionskoeffizienten an bestimmten Stellen, lokale Adhäsion des Protoplasten, lokale Herabsetzung der Oberflächenspannung, Differenzierung des Protoplasten, Elastizität und Viskosität. Mit Hilfe der Kapillarapparatur (vgl. Fortschr. Bot. 5, 156) untersuchte PFEIFFER (3) an nackten Protoplasten von Beerenperikarprien die Deformationsgeschwindigkeit der Plasmablasen mit steigendem Unterdruck. Sie ist diesem nicht proportional. Modellversuche mit Natriumoleattropfen ergaben dasselbe Resultat. Glycerin dagegen zeigt die physikalisch zu fordernde Proportionalität. Viskositätsmessungen ergaben, daß dafür eine anomale Viskosität verantwortlich zu machen ist. Die Elastizität der Plasmagrenzschichten spielt aber dabei eine untergeordnete Rolle.

Auch die *Oberflächenspannung* kann nach PFEIFFER (4) mit der Kapillarapparatur gemessen werden, wofür er eine Formel ableitet. Arbeitet man aber mit Überdruck (5), so gelingt es, die Plasmablasen bis zum Zerplatzen aufzublasen. Aus Dicken- und Größenmessungen kann man den *Dehnungsmodul* berechnen.

An plasmolysierten Protoplasten, deren Zytoplasmahauptmenge um den Kern systrophisch geballt ist, zeigt KÜSTER (1), daß man den Volumensanteil für das Zytoplasma messen kann. Im Grundgewebe der Zwiebel-schuppen von *Allium Cepa* nimmt das Zytoplasma mit dem Kern etwa $\frac{1}{11}$ des Zellvolumens ein.

Optische Plasmaeigenschaften. ULLRICH (1) macht in einer sehr interessanten Untersuchung erstmalig Mitteilungen über Doppelbrechung des lebenden pflanzlichen Protoplasmas. Die die Eier von *Cytosira barbata* umgebende plasmatische Grenzschicht zeigt eine gerade noch sichtbare Doppelbrechung. Die Spermatozoiden dieser Alge lassen eine deutliche Doppelbrechung nur am Spermatozoidkörper, nicht aber an der Geißel erkennen, wie es SCHMIDT (1924) schon an tierischen Spermatozoen festgestellt hat. Im Augenblick der Befruchtung haben die Plasmagrenzschicht des Eies und der Spermatozoidkörper dasselbe Vorzeichen der Doppelbrechung. Von großer Bedeutung sind aber die Beobachtungen ULLRICHS über die Doppelbrechung des lebenden Zytoplasmas in den Epidermiszellen der Zwiebelschuppe von *Allium Cepa*. Vom Standpunkte der Kolloidchemie aus sind zwei Möglichkeiten der Doppelbrechung des Zytoplasmas gegeben: 1. Durch Deformation oder gerichteten Druck und Zug könnte eine akzidentelle Doppelbrechung zustande kommen. 2. Auch eine Strömungsdoppelbrechung ist in kolloidalen Lösungen als Orientierungsdoppelbrechung langgestreckter Mizellen denkbar. Bei behäuteten Pflanzenzellen stört aber die Doppelbrechung der Membran sehr eine Beobachtung des Zytoplasmas im polarisierten Lichte. In *Allium*-Epidermiszellen konnte ULLRICH aber ein günstiges Objekt finden, bei dem diese Störungsquelle nicht sehr stark in Erscheinung tritt. Ein wesentliches Ergebnis ist die Auffindung einer reversiblen Doppelbrechung des Zytoplasmas bei Temperaturerniedrigung auf -4° C. Bei Abkühlung treten Plasmastränge in großer Zahl auf. Diese sind dann deutlich doppelbrechend. Wird die Temperatur wieder erhöht, so verschwindet die Doppelbrechung. Beachtenswert sind ferner die Befunde ULLRICHS über das Auftreten der Doppelbrechung des Zytoplasmas im plasmolysierten Zustande. Rohrzucker gibt die besten Bilder. In Salzgemischen dagegen ist die Wirkung schwächer. Eine Erklärung dieser Phänomene kann aber noch nicht gegeben werden.

Chemische Eigenschaften des Protoplasmas. Hier möchte ich nur auf die Arbeiten des Carlsberg-Laboratoriums in Kopenhagen aufmerksam machen. LINDERSTRÖMLANG und HOLTEN haben in den letzten Jahren sehr schöne Methoden zur mikrochemischen Bestimmung von N, Cl, Zuckern und vieler Enzyme ausgearbeitet. An Mikrotomschnitten durch Wurzeln von *Hordeum vulgare* gelang es, auf diese Weise die zonale Verteilung der Peptidaseaktivität quantitativ zu erfassen. Es ergaben sich beachtenswerte Zusammenhänge mit der physiologischen Zonierung. Diese Methoden (Literatur: C. r. Labor. Carlsberg, Kopenhagen) werden für die vergleichende chemische Protoplasmaforschung sicherlich einmal von großer Bedeutung sein.

HAUSER macht auf die mögliche Rolle des Gerbstoffes für die Erhaltung der Stabilität des Zytoplasmas aufmerksam. Tannin hemmt den Entmischungsvorgang am System Gelatine-Wasser-Alkohol.

2. Zellkern. PÉTERFI und KOJIMA (1, 2) führten mit dem Mikromanipulator *Anstichversuche an den lebenden Kernen* von *Tradescantia* und *Spirogyra* durch. In vivo und im nachträglich fixierten Präparat (Äquivalentbild) wird die Wirkung des Anstiches untersucht. In den jungen, völlig unbeeinflussten Staubfadenhaarzellen erscheinen die Kerne optisch fast homogen. Auf den geringsten mechanischen oder chemischen Einfluß hin nehmen die Ruhekerne sofort die bekannte regelmäßige körnelige Struktur an. Wird nur in das Zytoplasma eingestochen, so erfolgt eine geringfügige Änderung der Kernstruktur im Sinne einer Vergrößerung. Wird aber der Kern mit der Mikronadel berührt, so resultiert bereits eine gröbere Struktur. Sticht man dagegen den Kern direkt an, so quillt er auf, und es entsteht ein Netz von Chromatinfäden, welches sicherlich erst nach dem Anstich entstanden ist. Eine Reversibilität konnte nur beim Plasmaanstich beobachtet werden. Die Kernsubstanz ist nach dem Anstich zähflüssig und läßt sich schön zu Fäden ausziehen. Ein thixotropes Verhalten konnte nicht festgestellt werden. Überhaupt ist nicht der Anstich als mechanische Einwirkung entscheidend, sondern es gelangen durch die Verletzung Elektrolyte aus dem Zellsaft und dem Medium in den Kern, die eine Entmischung im solartigen Ruhekern hervorbringen. Injektionsversuche mit Salzen zeigten dies in schöner Weise. Diese Entmischung der Kernphasen wird als Koazervationsvorgang gedeutet, der im Komplexsol Ruhekern vor sich geht. Der Referent möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, wie notwendig eine Lebendanalyse der Struktur des Ruhekernes auf breitester Basis geworden ist. Die Frage ist noch immer kontrovers und gerade durch die Arbeit von PÉTERFI und KOJIMA sind wieder Hinweise auf die mögliche Solnatur des Ruhekernes erbracht worden.

WADA (1) setzt seine mikrurgischen Studien an sich teilenden *Tradescantia*-Zellen fort (vgl. Fortschr. Bot. 5, 155). Die Wirkung einer vorübergehenden Zuckerplasmolyse auf den sich teilenden Kern wird analysiert. Eine Reduktion von im Gang befindlichen Teilungen (Prophasen) wurde klar beobachtet. Nach dem plasmolytischen Eingriff verschwindet der Phragmoplast, so daß je nach dem Stadium, in welchem der Eingriff erfolgte, entweder syndiploide Kerne oder zweikernige Zellen entstehen können. Auch die Einwirkung des Austrocknens auf die Mitose wurde vom gleichen Autor (2) eingehend untersucht. Die beobachteten Erscheinungen decken sich mit den Befunden der Plasmolyseuntersuchungen.

MÜLLER berichtet über eine Unterbrechung der Kernteilung in den Staubfadenhaaren von *Tradescantia* durch Alkoholbehandlung. Nach Wässerung laufen die Teilungen dann wieder normal weiter. Eine positive Doppelbrechung an pflanzlichen Zellkernen konnte KÜSTER (3) erstmalig an den Fadenkernen im Schleim-

saft von *Aloe*-Arten beobachten. Der Nachweis für die Vitalität der Kerne konnte nicht gebracht werden. Auch ULLRICH (1) berichtet über die Doppelbrechung der Chromomeren in den Chromosomen der Speicheldrüsenzellen von *Chironomus*. Diese Doppelbrechung ist aber nur bei fixiertem oder abgestorbenem Material zu erkennen.

Über p_H -Schwankungen in der sich teilenden Pollenmutterzelle einiger Pflanzen berichtet YAMAHA (1). Als Indikatorfarbstoff wurde Bromkresolgrün angewandt. Nachstehende Tabelle gibt uns einen Überblick über die erhaltenen Werte.

Tradescantia reflexa.

	I. Pro- phase (spätere)	I. Meta- phase	I. Ana- phase	I. Telo- phase	II. Meta- phase	II. Ana- phase	II. Telo- phase	Tetraden
Karyoplasma	4,6	4,35	4,5	4,2	4,2	4,2	4,5	4,6
Zytoplasma	4,6	4,5	4,7	4,35	4,5	4,5	4,5	4,35

Über den isoelektrischen Punkt pflanzlicher Kerne berichtet YAMAHA (2). Hier werden auch einzelne Kernbestandteile genauer untersucht (vgl. Abschnitt 7).

3. Plastiden. Nachdem schon DOUTRELIGNE auf das Vorhandensein einer granulösen *Plastidenstruktur*, freilich ohne die Begründer der Granalehre SCHIMPER und MEYER zu erwähnen, hingewiesen hat, brachte das Berichtsjahr hier durch mehrere Arbeiten eine entscheidende Wendung. Durch die Untersuchungen von WIELER und HEITZ (1, 2) ist zweifellos eine Klärung der Strukturfrage der Chloroplasten weitgehend, besonders durch die eingehenden Analysen von HEITZ, erfolgt. Die Granalehre von SCHIMPER-MEYER feiert gegenwärtig eine glänzende Auferstehung. Nach diesen Arbeiten bestehen die Plastiden aus einem farblosen, also nicht pigmentführenden Stroma, in welches kleine Grana eingebettet sind, die die alleinigen Träger der Assimilationspigmente darstellen. Über die Form dieser Grana gehen die Ansichten von WIELER und HEITZ auseinander. WIELER, der ein Objekt mit sehr kleinen Grana (*Helodea*) untersuchte, glaubt, daß sie runde Tröpfchen darstellen. HEITZ dagegen findet an seinem viel günstigeren Material, daß chlorophyllführende Scheibchen vorliegen, die parallel zur Oberfläche des Chloroplasten gelagert sind. Der Referent hat sich von der Richtigkeit der Scheibchennatur dieser Gebilde überzeugen können. Die günstigsten Objekte dafür sind nach HEITZ folgende: Untere Schwammparenchymzellen von *Agapanthus umbellatus* und *Aspidistra elatior*, sowie die Blattzellen der jungen Blätter von *Selaginella Watsoniana*. An diesen Objekten kann man sich auch von der Farblosigkeit des Stromas überzeugen. Die Grana wechseln in ihrer Größe sonach von Objekt zu Objekt; aber auch innerhalb einer Pflanze konnte HEITZ eine verschiedene Größe dieser Gebilde feststellen. In den Blättern nimmt die Größe der Grana von der Oberseite zur Unterseite zu, so daß sie in den Palisaden bedeutend kleiner sind als in den untersten Schwammparenchymzellen. Abb. 22 a, b zeigt uns diese Verhältnisse im Blatt von *Asarum europaeum*. WEIER konnte die Granastuktur an den nichtstärkeführenden Chloroplasten

von *Beta* durchaus bestätigen. Auch er führt mittels der Beobachtung im roten Licht den Nachweis, daß nur sie die Assimilationspigmente beherbergen. Nach HEITZ, WIELER, WEIER sollen neben Eiweißsubstanzen noch Lipoide am Aufbau der Grana beteiligt sein, was vor allem WIELER und WEIER durch elektive Sudanfärbung der Grana experimentell belegen.

Zu ganz anderen Vorstellungen über den Bau der Chloroplasten von *Hydrilla verticillata* gelangt KIYOHARA. Das Stroma ist farblos. Die chlorophyllführende Phase soll als konzentrisch angeordnete Schale in das Stroma peripher eingelagert sein. Von einer Granastruktur weiß

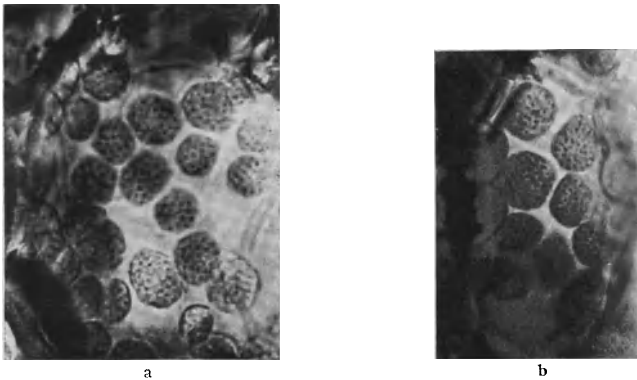


Abb. 22. *Asarum europaeum*. a Blattflächenschnitt, b Querschnitt. In der Schwammparenchymzelle in a besitzen die Chloroplasten größere Grana als in der Palisadenzelle in b. (Nach HEITZ.)

dieser Beobachter nichts zu berichten. Bis allerdings die Frage nicht geklärt ist, ob es nicht doch homogene Plastiden, d. h. Plastiden gibt, bei denen die Granasubstanz auch submikroskopisch im Stroma verteilt sein kann, soll man über die Richtigkeit der Befunde dieses Autors noch kein endgültiges Urteil fällen. In diesem Zusammenhange sei noch auf eine Mitteilung WEIERS aufmerksam gemacht, der nur in den nichtstärkeführenden Chloroplasten von *Pellionia* eine Granastruktur beobachten konnte. Die stärkeführenden Plastiden derselben Pflanze jedoch erscheinen homogen grün.

Über die *Konsistenz der Plastidensubstanz* unterrichtet uns eine Arbeit von KÜSTER (2). In stark plasmolysierten Zellen von *Spirogyra* und *Mougeotia* werden die Chloroplasten des öfteren zu langen, sehr feinen Fäden bei der Durchschnürung des Protoplasten ausgezogen. Demnach ist die Plastidensubstanz zähflüssig. Auch Beobachtungen von HEITZ über Pseudopodienbildung an lebendigen Plastiden bestätigen diesen Befund. BIEBL untersuchte die Formveränderungen der Rotalgenplastiden, hervorgerufen durch einen Wechsel des Mediums. Verdünntes

Seewasser, KCl, NaCl, Erwärmen, Äthylalkohol bewirken eine Ab-
rundung der ursprünglich unregelmäßig geformten Rhodoplasten. Nach
vorsichtiger Zurückführung in Seewasser konnte in mehreren Fällen
eine Wiederherstellung der normalen Plastidenform erzielt werden. Auch
diese Ergebnisse deuten auf einen mehr oder weniger flüssigen Charakter
der Plastiden hin.

Auch über die Teilung der Chloroplasten hat das Berichtsjahr klare
Ergebnisse gebracht. KIYOHARA, KUSUNOKI und KAWASAKI konnten den
eindeutigen Beweis durch direkte Lebendbeobachtung erbringen, daß
die Chloroplasten sich durch Einschnürung und darauffolgende Teilung
vermehrten. Die Teilungen gehen in der Nacht vor sich.

KÜSTER (3) berichtet über die *Doppelbrechung der Plastiden* von
Spirotaenia, *Micrasterias*, *Mesocarpus* und *Spirogyra*. Die Chloroplasten
dieser Konjugaten leuchten vornehmlich an den umgebogenen Rändern,
also in Profilstellung auf. Hier muß wohl eine bestimmte Orientierung
der anisotropen Teilchen vorliegen. Bei Plasmolyse erlischt die Doppel-
brechung der Chloroplasten mit wechselnder Geschwindigkeit, bei der
Deplasmolyse tritt sie aber wieder auf. Die Plastiden verhalten sich
demnach gerade umgekehrt wie das Zytoplasma (vgl. S. 128). Für die
Phäoplasten der Eier von *Cystosira barbata* gibt ULLRICH (1) eine
Doppelbrechung an. WEBER (3) berichtet über die Doppelbrechung der
großen Chloroplasten in den Zellen von *Anthoceros laevis*. Auch sie
leuchten vornehmlich an den aufgebogenen Rändern auf. Die Chloro-
plasten der Fruchtfleischzellen von *Polygonatum officinale* leuchten im
polarisierten Lichte nach WEBER (4) deutlich auf. Neben einem grünen
Polarisationslicht konnte noch ein rotes festgestellt werden, das nur auf
die Grana lokalisiert ist. Sonach sind die Grana als doppelbrechende
Strukturelemente erkannt. „Liegt der Chloroplast in Flächenstellung,
so sind es besonders die am Rande befindlichen Grana, die im polari-
sierten Lichte deutlich hell erscheinen, und zwar ist dann der kreis-
förmige Chloroplast in vier Sektoren geteilt, in zwei sich gegenüber-
liegenden Sektoren erscheinen die Grana grün, in den beiden anderen
gekreuzt dazu stehenden aber rot. Bei Drehung des Objektes um 360°
verschwindet die rote Polarisationsfarbe und tritt an derselben Stelle
viermal wieder auf. Vielleicht kommt den intakten Chloroplasten späro-
litischer Bau zu, es könnte sich aber auch jeder Chloroplast wie ein
einziges flüssiges Kristall verhalten.“

Der Referent (1) führte eine wirklich *vitale Färbung* der Chloroplasten
von *Helodea* mit dem stark lipoidlöslichen Rhodamin B durch. Die
Chloroplasten speichern den Farbstoff elektiv. Sie werden, wie Kultur-
versuche mit vital gefärbten Pflanzen gezeigt haben, dadurch nicht
geschädigt und können normal weiter assimilieren.

MÜLLER berichtet über eine Hemmung der *Orientierungsbewegungen* der Chloro-
plasten von *Funaria* durch Alkohol.

BECKER und SZIEMASKO beobachten die Verteilung der Chloroplastengarnitur bei der ersten Teilung der *Equisetum*-Sporen. Die Chloroplasten orientieren sich dabei hauptsächlich an einem Pol. Dadurch erhält die Rhizoidzelle nur wenig Chloroplasten. Über die gleichmäßige Verteilung der Chloroplastengarnitur bei der Zellteilung der Spitzenzellen der jungen Prothallien von *Aspidium spinulosum* geben die Beobachtungen von KOJIMA Aufschluß.

4. Vakuole, Zellsaft. COLLANDER unternahm eine Reihe von Mikroanalysen an Zellsäften verschiedener Characeen. Die nebenstehende Tabelle soll über diese sehr sorgfältigen Bestimmungen orientieren. Bemerkenswert ist, daß der Zellsaft von *Nitella flexilis* sich durch eine relativ hohe Viskosität auszeichnet.

Werte in Milliäquivalent/Liter.

Objekt	Cl	Na	K	Mg	Ca	Sr	K/Na
Standortswasser	80	68	1,4	14	3,8	0,022	0,02
<i>Chara ceratophylla</i>	232	148	69	26	11	0,043	0,47
<i>Chara baltica</i>	236	144	58	—	29	—	0,40
<i>Tolypella nidifica</i>	235	(55)	107	—	11	—	(1,9)

WEBER (2) konnte an den Zellen der Blütenblätter von *Pulmonaria rubra* und *P. officinalis* feststellen, daß diejenigen Zellen, welche eine synäretische Vakuolenkontraktion aufweisen, eine Verfärbung des Anthozyans nach Blau durchmachen. Diese Alkalinisierung bringt WEBER mit einer Permeabilitätserhöhung des Tonoplasten in Zusammenhang. Die Anthocyanophoren könnten durch eine primäre (physiologische) Vakuolenkontraktion entstanden sein.

SCHARINGER berichtet über die Vakuolenkontraktion in den Blütenblattzellen von *Delphinium*. Hier konnte außerhalb der Borraginaceen zum ersten Male ein ähnliches Verhalten des Zellsaftes festgestellt werden. Es bildet sich durch Synärese ein Gel- und Solteil.

Für die Anthozyankörper derselben Zellen konnte SCHARINGER eine deutliche Doppelbrechung und somit Kristallnatur nachweisen. Auch über intravakuoläres Plasma wird in dieser Arbeit berichtet (vgl. auch die Mitteilungen von GREB, der auf ein neues brauchbares Objekt [*Viola*, Blütenblatthaare] hinweist). SCHORR berichtet über das Vorkommen von kristallisiertem Anthozyan im Zellsaft von *Allium-Zwiebel*-Epidermiszellen. Man kann durch kurze oder auch lange Plasmolyse (Systrophe) diese Kristalle in das Zytoplasma übertreten lassen.

Für die Flüssigkeitsnatur und die hohe Resistenz der Tonoplasten erbrachte LEDERER an vielen Versuchsobjekten mit Hilfe der Mikrodisektionsmethode den Nachweis. Der Tonoplast ist mit Osmiumsäure fixierbar und wird dann spröde. Er ist mit lipoidlöslichen Farbstoffen färbbar, was für seine lipoide Natur spricht.

5. Zellmembran. Dieser Abschnitt soll im nächsten Band eingehender berücksichtigt werden. Nur auf die ausgezeichnete Zusammenfassung von FREY-WISSLING sei hingewiesen.

6. Permeabilität. Die *vergleichende Permeabilitätsforschung* gewinnt immer mehr an Interesse, was auch durch die Quantität und Qualität der erschienenen Arbeiten klar zum Ausdrucke kommt. Zwei Fragen sind es, die in den Vordergrund gerückt sind.

1. Das Auffinden von phylogenetisch verschiedenen Typen von Permeabilitätsreihen.

2. Die Erforschung der ontogenetisch bedingten Variabilität der Permeabilitätseigenschaften der Plasmagrenzschichten an einer Pflanze.

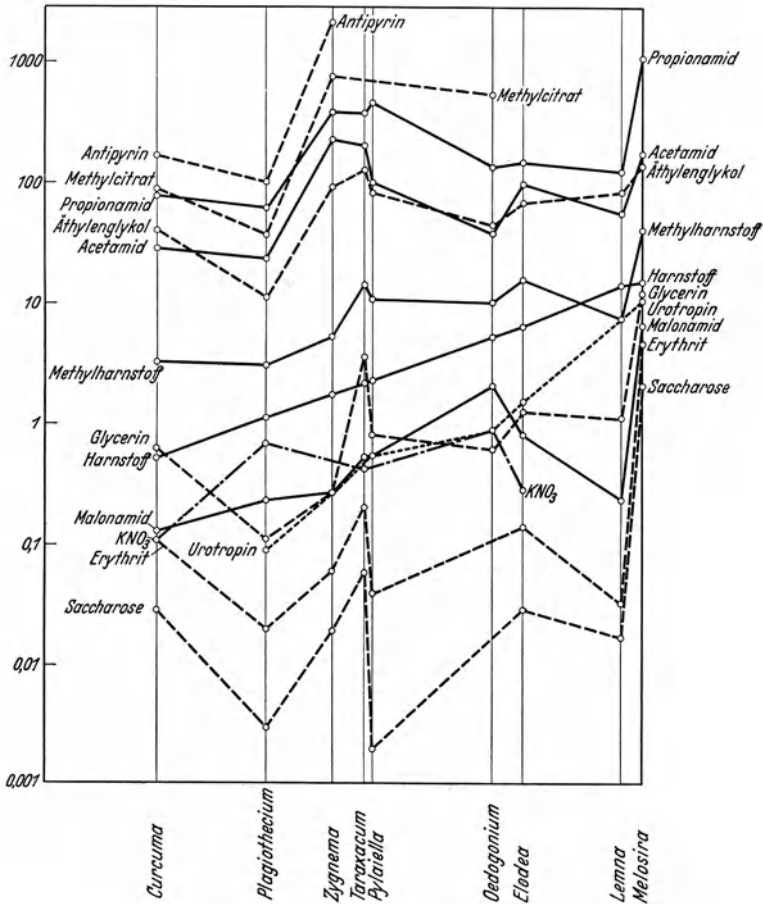


Abb. 23. Vergleichende Darstellung der Permeabilitätsreihen ($P \cdot 10^4$ -Werte) der untersuchten Objekte, geordnet nach Harnstoffwerten. (Nach MARKLUND.)

Der Referent möchte an dieser Stelle betonen, daß nur durch eine gleichmäßige Berücksichtigung dieser beiden Fragestellungen eine befriedigende Weiterführung der vergleichenden Permeabilitätsforschung möglich erscheint. MARKLUND veröffentlicht Permeabilitätsreihen, die an Blütenpflanzen, Bryophyten, Phäophyten, Chlorophyceen, Conjugaten und Diatomeen gewonnen wurden. Mit Hilfe von grenzplasmolytischen Bestimmungen wird die Permeabilität für eine Reihe von Stoffen mit verschiedenen Molekülgrößen und verschiedener Lipidlöslichkeit bestimmt. Abb. 23 gibt uns einen Überblick. Die Reihen sind

nach steigenden Harnstoffwerten geordnet (vgl. Fortschr. Bot. 5, 159). In Übereinstimmung mit den OVERTONschen Regeln konnten folgende Gesetzmäßigkeiten beobachtet werden:

1. Alkoholische Hydroxylgruppen wirken verzögernd. Demnach permeiert Rohrzucker am langsamsten, etwas schneller der vierwertige Alkohol Erythrit, dann das 3 Hydroxylgruppen enthaltende Glycerin, noch schneller der zweiwertige Alkohol Glykol.

2. Substitution eines H-Atoms durch Alkyl vergrößert die Permeiergeschwindigkeit. Methylharnstoff permeiert auch in den meisten Fällen rascher als Harnstoff.

3. Verlängerung der Kohlenstoffkette fördert im allgemeinen die Durchlässigkeit. Propionamid permeiert demnach auch immer schneller als das Azetamid. Ausnahme: Formamid permeiert schneller als Azetamid.

Trimethylzitat und Antipyrin permeieren weitaus am raschesten. Wo sie nicht eingetragen sind, konnte nicht einmal ein plasmolytischer Effekt erzielt werden.

Daß aber auch das Ultrafilterprinzip beim Zustandekommen dieser Reihen eine Rolle spielt, zeigen uns besonders schön die kleinemolekularen Substanzen. Formamid, Azetamid, Äthylenglykol und Harnstoff permeieren durchaus rascher, als es auf Grund ihrer Lipoidlöslichkeit zu erwarten wäre.

Im übrigen zeigt das Kurvenbild erhebliche individuelle Schwankungen, so daß man im Sinne von HÖFLER und HOFMEISTER von spezifischen Permeabilitätsreihen durchaus sprechen kann.

Das Verhältnis von Glycerin- zu Harnstoffpermeabilität zeigt auch hier verschiedene Typen auf. *Curcuma* und *Taraxacum* gehören dem Glycerintypus, die übrigen Pflanzen dem Harnstofftypus an. Im Anschluß an die Gedankengänge WILBRANDTS (1931) kann man von einem amidophilen Permeabilitätstypus reden. Bei diesen Pflanzen müßten die Plasmagrenzschichten mehr sauren Charakter haben.

Melosira fällt aus dem üblichen Rahmen völlig heraus. Saccharose und Erythrit, die ja nicht lipoidlöslich sind, dringen hier mit relativ großer Geschwindigkeit in die Zellen ein. Der Vergleich mit *Beggiatoa* zeigt, daß *Melosira* eine Zwischenstellung einnimmt. Die Porenpermeabilität spielt im Sinne der RUHLANDSchen Ultrafiltertheorie eine große Rolle. Für die übrigen Pflanzen ist aber die Lipoidfiltertheorie die einzige Erklärungsmöglichkeit.

MARKLUND macht aber auch bemerkenswerte Mitteilungen über ontogenetisch bedingte Schwankungen der Permeabilität. Das Ausmaß dieser Schwankungen kann sehr bedeutend werden.

Bei *Helodea* ändert sich das Verhältnis zwischen Harnstoff- und Methylharnstoffpermeabilität mit dem Alter der untersuchten Blätter beträchtlich. Je jünger eine Zelle ist, desto geringer ist ihre Harnstoff-

permeabilität. Nebenstehende Tabelle gibt uns die Deplasmolysezeiten für verschiedenalterige Blätter von *Helodea* an. Zone I jung, Zone III alt.

Diosmotikum	Zone I	Zone II	Zone III
Methylharnstoff	43 Minuten	6 Minuten	16 Minuten
Harnstoff	4 Stunden	4 Minuten	20 Minuten
Glyzerin	8 $\frac{1}{2}$ Stunden	45 Minuten	—
Malonamid	40 Stunden	100 Minuten	—

Auch die verschieden alten Blätter von *Taraxacum* ergaben solche Unterschiede. HOFMEISTER (vgl. Fortschr. Bot. 5, 158) findet für dieses Objekt eine total so große Harnstoffdurchlässigkeit wie für Glyzerin.

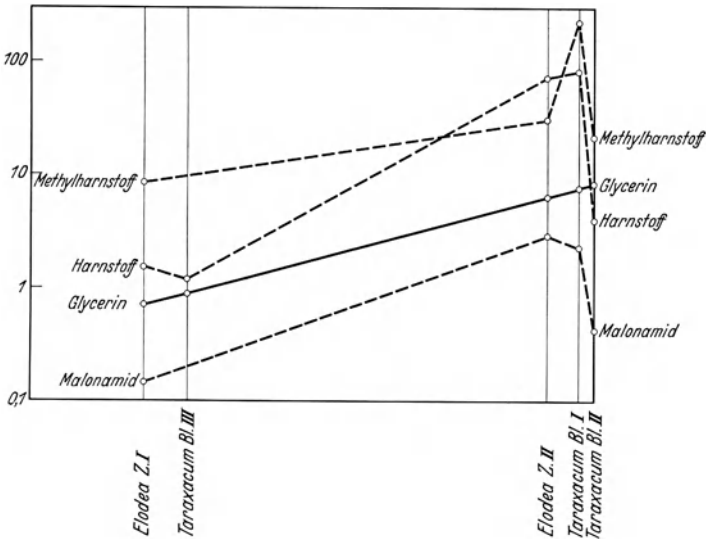


Abb. 24. Variationen der Permeationskonstanten ($P \cdot 10^4$ -Werte) einiger Verbindungen bei *Helodea* und *Taraxacum*. Nach steigenden Harnstoffwerten geordnet. (Nach MARKLUND.)

MARKLUND konnte an seinem Material gerade das umgekehrte Verhältnis beobachten. Es gelang den Tatbestand zu klären. Nur für junge Blätter gilt die Zugehörigkeit zum Harnstofftypus, für alte dagegen nicht. Abb. 24 gibt uns die durch das Alter bedingten Variationen der Permeabilität für diese beiden Objekte wieder. Der Referent hält es für sehr wahrscheinlich, daß solche Gesetzmäßigkeiten bei allen Pflanzen beobachtbar sein werden.

Verschiedenalterige Zellen müssen wohl in der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der Grenzschichten (Azidität!) unterschiedlich sein.

WAHRY stellte ihre Untersuchungen in erster Linie nach den Gesichtspunkten der 2. Fragenstellung an. Hier wird einmal an einer Pflanze (*Hippuris vulgaris*) für die Luft- und Wasserblätter im Lichte und im Dunkeln eine eingehende Aufstellung von Permeabilitätsreihen mit

Hilfe der plasmometrischen Partialmethodik (vgl. Fortschr. Bot. 5, 157) durchgeführt. Die Mesophyllzellen der Luft- und Wasserblätter werden verglichen. Sie sind zwar analog aber morphologisch nicht gleich. Das Verhältnis der Permeationskonstanten für Harnstoff zwischen den Zellen der Wasser- und Luftblätter ist 1:77. Die nebenstehende Abb. 25 gibt uns am besten einen Überblick. Die für das Wasser- und Luftblatt aufgefundenen Reihen sind in die von COLLANDER und BÄRLUND (1930) und HÖFLER (1934) aufgestellten Reihen von *Chara* und *Maianthemum* eingereiht. Ein Blick auf das Kurvenbild zeigt uns, daß nur das Wasserblatt von *Hippuris* sich in diese Reihen einordnen läßt.

Von großem Interesse sind auch die Ergebnisse über den Einfluß von Licht und Dunkelheit auf die Permeationsverhältnisse der Luft- und Wasserblätter. 24 stündige Verdunkelung bewirkt ein Zunehmen des amidophilen Typus der Permeabilität. Als Erklärung wird auch hier eine Azidifizierung der Plasmagrenzschichten angenommen. Die Ergebnisse von WAHRY lassen sich gut mit der Lipidfiltertheorie erklären.

HÖFLER (1) prüft eingehend die Frage der Permeabilitätsverschiedenheiten innerhalb der Gewebe einer Pflanze an seinem altbewährten Versuchsmaterial *Gentiana Sturmiiana*. Die nebenstehende Tabelle gibt die Stundenwerte in GM für Harnstoff wieder, die an einzelnen Geweben dieser Pflanze erhalten wurden. Die Variation ist in der Tat erstaunlich groß.

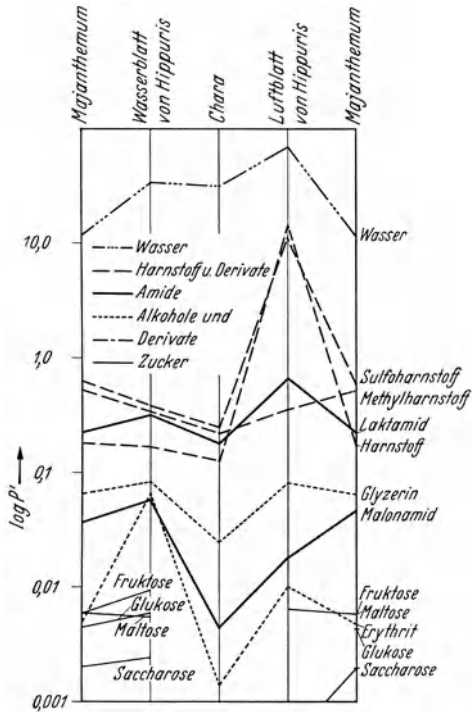


Abb. 25. Vergleich der Wasser- und Luftblätter von *Hippuris vulgaris* mit *Chara* und *Maianthemum*. (Nach WAHRY.)

Gentiana Sturmiiana, Harnstoffstundenwerte.

Stengel, rote Epidermis	1,5—6 Mol
Stengel, subepidermale Rindenschicht	0,25 Mol
Blatt, Epidermis der Unterseite	0,48 Mol
Wurzel, Epidermis	0,50 Mol
Blüte, Korollröhre, Außenschicht	0,089 Mol
Blüte, Korollröhre, Innenschicht	0,107 Mol

Die folgende Tabelle bringt die sehr interessanten Befunde HÖFLERS für eine Reihe von Stoffen. „Mit größter Deutlichkeit erkennt man,

daß nur die amidgruppenführenden Verbindungen hinsichtlich ihrer Permeabilität in den Stengelhautzellen gefördert sind.“ Auf Grund der von COLLANDER ermittelten Verteilungskoeffizienten für Olivenöl/Wasser und Öl/Ölsäure/Wasser zeigt es sich klar, daß die Stengelhautzellen im Rahmen der Lipidfiltertheorie dem amidophilen, die Korollzellen dem amidophoben Typus angehören. „Die Plasmahautlipoide der Stengelhautzellen haben einen mehr sauren, die der Korollzellen einen mehr basischen Charakter.“ Hier ergeben sich wichtige Anhaltspunkte zur weiteren Synthese der Arbeitsrichtungen innerhalb der Protoplasmaforschung. Eine eingehende Analyse der Aziditätslage wird hier für die vergleichende Permeabilitätsforschung von grundlegender Bedeutung sein. Ansätze dazu sind ja in der Literatur bereits vorhanden.

Gentiana Sturmiiana, ΔG -Werte der Korollzellen = 1.

Diosmotikum	Korolle	Stengelepidermis
Harnstoff	I	: 30—45
Methylharnstoff	I	: 5,7
Glyzerin	I	: 1,5
Malonamid	I	: 5,9
Erythrit	I	: 1,16
Rohrzucker	I	: 1,12

HOFFMANN untersucht vergleichend das Permeabilitätsverhalten der Zellen von *Chaetomorpha aerea*. Für schwach oder nicht lipoidlösliche Stoffe zeigt sich ein Zusammenhang zwischen Permeation und Molekülgröße. Für die lipoidlöslichen Stoffe ist dagegen der Grad der Lipoidlöslichkeit ausschlaggebend. Sonach kommt auch HOFFMANN zur Bestätigung der Lipidfiltertheorie.

Bemerkenswert sind die Befunde an abgetöteten Zellen. An diesen reguliert die Zellwand den Durchtritt der Stoffe allein nach dem Ultrafilterprinzip. Der Vergleich der Permeabilitätsreihen von *Chaetomorpha* mit *Beggiatoa*, *Chara* und *Rhoeo* ergab, daß *Chaetomorpha* ähnlich wie in MARKLUNDS Fall *Melosira* eine Zwischenstellung zwischen *Beggiatoa* einerseits und *Chara*, *Rhoeo* andererseits einnimmt.

SCHMIDT prüft die Beeinflußbarkeit der Permeabilität durch die Plasmolyse. Diese Frage ist ungemein wichtig, denn sollte es sich herausstellen, daß plasmolytische Methoden Fehlresultate ergeben, so würde das ganze Gebäude der vergleichenden Permeabilitätsforschung zu wanken beginnen.

Die Versuchsobjekte, deren grenzplasmolytischer Wert bekannt war, wurden einerseits auf einige Zeit in ein hypotonisches Diosmotikum, andererseits in eine Traubenzucker-Diosmotikum-Mischung gelegt, die hypertonisch war, aber das Diosmotikum in derselben Konzentration wie im ersten Falle enthielt.

Zwei Gruppen von Pflanzen konnten auseinandergehalten werden.

1. Die niedrigpermeablen Pflanzen (*Rhoeo discolor*, *Vallisneria spiralis*, *Callisia repens*, *Majanthemum bifolium*, *Salvinia auriculata*, *Allium Cepa*, *Sedum Sieboldi*) erfahren durch eine Zuckerplasmolyse nur eine geringe Hemmung der Harnstoff- und Glycerinpermeabilität.

2. Hochpermeable Pflanzen dagegen (*Gentiana macrophylla*, *Taraxacum officinale*, *Lamium maculatum*) weisen aber eine bedeutende Permeabilitätserniedrigung durch Plasmolyse auf. Bis auf $\frac{1}{30}$ des ursprünglichen Wertes kann die Permeabilitätsabnahme betragen. Dabei zeigt es sich, daß mit zunehmendem Plasmolysegrad und mit zunehmender Dauer der Plasmolyse die Wirkung sich erhöht. Für Harnstoff, Sulfoharnstoff, Glycerin und Äthylenglykol erfolgt diese Permeabilitätserniedrigung gleichsinnig, so daß innerhalb der spezifischen Permeabilitätsreihen keine prinzipielle Verschiebung eintritt. „Für die Ergebnisse der bisherigen Forschungen dürfen wir erfreulicherweise feststellen, daß sie in fast erstaunlichem Umfange der kritischen Nachprüfung standgehalten haben. Einerseits hat sich die Mehrzahl der traditionell niedrig permeablen Objekte als kaum beeinflussbar erwiesen, und andererseits hat sich bei den stark beeinflussbaren hochpermeablen Objekten die Reihenfolge der Durchlässigkeit gegenüber verschiedenen Stoffen (insbesondere Harnstoff und Glycerin), der grundsätzliche Unterschied zwischen Epidermis und Hypodermis und die grundsätzliche Wundhemmung der Permeabilität im Versuch ohne Plasmolyse genau so wiedergefunden, wie sie vorher auf Grund des Plasmolyseversuches beschrieben worden war. *Das vorhandene Tatsachenmaterial wird also durch unsere kritische Nachprüfung nur zahlenmäßig, nicht aber grundsätzlich verändert.*“

Nach SCHMIDT wird fernerhin die Harnstoffdurchlässigkeit durch Plasmolyse mit Salzlösungen in der lyotropen Reihenfolge: K, Na, Li, (Traubenzucker), Sr, Ba, Ca beeinflusst. Narkotika setzen die Harnstoffpermeabilität von plasmolysierten und unplasmolysierten Zellen herab. Die vergleichende Protoplasmatik wird durch diese Untersuchung insofern weiter vorgetrieben, als die artspezifische Beeinflussung der Permeabilität durch Plasmolyse, Neutralsalze und Narkotika ein neues Plasma Merkmal darstellt (vgl. Fortschr. Bot. 5, 160 DELLINGSHAUSEN).

RESÜHR gibt in 3 Arbeiten grundlegende methodische und theoretische Angaben zur experimentellen messenden Verfolgung der Entquellung (Plasmolyse) und Quellung (Deplasmolyse) der nackten *Fucus*-Eier. Man kann die Permeationskonstante für Wasser und für gelöste Stoffe bestimmen. Demnach wird hier zum ersten Male der Versuch unternommen, die *Intrabilität* der Stoffe in das Zytoplasma quantitativ zu erfassen. Von großem Interesse sind seine Angaben über das Altern der *Fucus*-Eier. Volumänderungen, Änderungen in der Struktur der Oberfläche, Abnahme des nichtlösenden Raumes sind für das Altern

charakteristisch. Die Wasserpermeabilität steigt mit zunehmendem Alter an.

Um zu entscheiden, ob die Lipoidtheorie oder Ultrafiltertheorie der Permeabilität gilt, stellte ULLRICH (2) an den nackten Eizellen von *Cystosira barbata* ähnliche Untersuchungen an. Der Eintritt lipoidlöslicher und -unlöslicher Stoffe mit verschiedenen Molekülgrößen wurde durch Volummessungen der Eier verfolgt. Alle lipoidunlöslichen großmolekularen Stoffe ergaben eine Volumverminderung der Eier. Die lipoidlöslichen Stoffe ordnen sich in zwei Kategorien, 1. die kleinemolekularen Stoffe bewirken ausschließlich eine Volumzunahme, 2. die großmolekularen Stoffe dagegen bewirkten anfänglich eine Volumabnahme, die aber dann meist in eine Volumzunahme übergeht, die dann auch bestehen bleibt. Dieses Verhalten kann nur durch eine sekundäre Veränderung der Plasmagrenzschicht durch diese Stoffe erklärt werden, was auch direkt beobachtbar war. Die Volumkontraktion bei großmolekularen lipoidlöslichen Stoffen spricht für eine Porenstruktur der ursprünglich vorhandenen (physiologischen) Plasmagrenzschicht. Diese Stoffe verändern dann die normale Grenzschicht, und es wird eine flüssige Grenzschicht gebildet, die dann nicht mehr nach dem Ultrafilterprinzip, sondern nach dem Löslichkeitsprinzip den Durchtritt für Stoffe regelt. ULLRICH schließt aus diesen bemerkenswerten Befunden, daß prinzipiell nur die RUHLAND'sche Ultrafiltertheorie erkenntnismäßig zur Erklärung des Permeabilitätsverhaltens herangezogen werden könne. Die Lipoidfiltertheorie würde demnach schon für pathologisch veränderte Plasmagrenzschichten aufgestellt worden sein, wenn es zulässig wäre, die Befunde an *Cystosira*-Eiern ohne weiteres auf behütete Pflanzenzellen zu übertragen.

L. und M. BRAUNER untersuchen den Einfluß des Lichtes auf die Zuckerpermeabilität des Möhrengewebes. Die Exosmose wurde im Dunkeln und im Lichte chemisch-analytisch quantitativ erfaßt. Belichtung verringert die Zuckerpermeabilität des Gewebes im ganzen untersuchten Bereich (156,25—5000 Lux), doch konnte der größte Effekt bei 625 Lux zur Beobachtung gelangen. Die Wasserpermeabilität wird hingegen durch Belichtung um 5 % erhöht. Das Licht soll in den Plasmagrenzschichten primär einen Ladungsverlust, sekundär eine Entquellung verursachen, wodurch einerseits die Wasserpermeabilität erhöht, andererseits die Zuckerpermeabilität erniedrigt wird.

POROTZKY berichtet über eine Permeabilitätserhöhung (Austritt von Zellsaft) in den Blütenblättern einiger Pflanzen, hervorgerufen durch kurzwelliges Licht, welches bei chemischen Reaktionen entsteht. Der Titel der Arbeit ist insofern irreführend, als von mitogenetischen Strahlen die Rede ist. PETROVÁ studiert an *Zygnema* den Einfluß der β -Strahlen auf die Permeabilität. Schwache Dosen beeinflussen die Stoffaufnahme nicht, starke setzen sie herab.

PEKAREK gibt einen guten kritischen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Permeabilitätsforschung an Schließzellen.

7. Vitalfärbung. SCHUMACHER analysiert in einer gründlichen Untersuchung die Einwanderung des Fluoreszeins in die einzellreihigen Haare von *Cucurbita* und *Primula*. Mit Wollfett verriebener Farbstoff wird

den basal abgeschnittenen Haaren an der Schnittfläche geboten, und im Fluoreszenzmikroskop wird die Einwanderung von Zelle zu Zelle messend verfolgt. Eine Wanderung der ganzen Farblösung, etwa nach den Vorstellungen von MÜNCH, konnte nicht sichergestellt werden. Es handelt sich vielmehr um eine Wanderung der Farbstoffteilchen selbst, die ausschließlich nur im Zytoplasma vor sich geht. Dabei wandert trotz der komplizierten plasmatischen Architektur dieser Zellen der Farbstoff gleichmäßig in allen Zytoplasmasträngen linear von der Basis bis zur Spitze, wobei die Plasmaströmung keine Rolle spielt. Entweder liegen die Verhältnisse so, daß ein bisher unsichtbar gebliebenes Gefälle innerhalb des strömenden Zytoplasmas vorhanden ist, oder es könnte nach der Meinung des Referenten auch so sein, daß diese gleichmäßige Wanderung von der „Zytoplasmaströmung“ deshalb nicht beeinflussbar ist, weil vielleicht das hyaline Zytoplasma gar nicht strömt, sondern nur die Zytosomen im Sinne der Befunde von BÜNNING (1935) eine Eigenbewegung besitzen. Die Wanderungsgeschwindigkeit ist etwas geringer als die freie Diffusion in Agar. Der Vorgang der Farbstoffeinwanderung ist aber einer Diffusion durchaus ähnlich, was quantitative Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und der Konzentration gezeigt haben.

SCHÖNLEBER untersuchte viele Pflanzenzellen auf ihre vitale Färbbarkeit des Zytoplasmas und Kernes mit Prune pure. Hauptsächlich die Vertreter der Lilifloren ergaben die besten Bilder. Das Plasma färbt sich dunkelviolet, doch scheint auch hier ein Trauma notwendig zu sein. *Allium*-Wurzeln wachsen in der Farblösung weiter, wobei das Plasma der äußeren Meristemzellen gefärbt ist.

BECKER und SIEMASZKO prüfen das Verhalten der Zytoplasmaeinschlüsse der *Equisetum*-Sporen während der Zellteilung mit Hilfe vitalfärbender Methoden mit Erfolg.

Über eine originelle Methodik zum Vitalfärben pflanzlicher Zellkerne berichten LEHMAN und ANDREWS. Pflanzenextrakte, die Anthozyane oder andere natürliche Farbstoffe enthalten, können zur Vitalfärbung pflanzlicher Zellkerne herangezogen werden. Wie es dabei mit der Vitalität der Färbung steht, müßte wohl noch eingehender geprüft werden. Überhaupt läßt die Begriffsfassung der Vitalität einer Färbung in der Literatur oft sehr zu wünschen übrig, was in der Arbeit von BANK besonders auffällt. Man sollte mit dem Begriff „Vitalfärbung“ doch nicht allzu sorglos umgehen, worauf der Referent (2) auch hinweist, indem er eine neue Nomenklatur vorgeschlagen hat, die den Benutzer dieser Nomenklatur zwingt, seine Objekte in bezug auf Vitalität eingehender zu prüfen, bevor die Entscheidung über die Einreihung des erzielten Färbungsergebnisses vorgenommen wird. Über die Vitalfärbung der Plastiden vgl. S. 132.

Die Farbstoffaufnahme und Verteilung in der Zelle wurde im Berichtsjahr besonders rege bearbeitet. Hier wäre in erster Linie die Arbeit

von BÜNNING zu nennen, der die Farbstoffaufnahme von *Aspergillus niger* für saure und basische Farbstoffe in der Abhängigkeit von der C_H analysiert. Um p_H 3 wurde diejenige kritische C_H des Außenmediums gefunden, unterhalb welcher nur saure, oberhalb welcher nur basische Farbstoffe von *Aspergillus*-Zellen innerhalb der Vakuole gespeichert werden. Eine Speicherung in der Membran fällt bei den BÜNNINGSchen Versuchen weg. An eine Änderung der Permeabilität kann nicht gedacht werden, da BÜNNING klar zeigen konnte, daß die Farbstoffe die Grenzschichten in jeder C_H passieren können. Es liegt sonach eine Änderung der Speichermöglichkeit der amphoteren Zellsaftkolloide vor, die von der C_H des Außenmediums gesteuert wird. p_H -Bestimmungen des Zellsaftes mit Indikatoren ergaben auch eine Verschiebung der C_H des Zellsaftes durch die Außenlösung, so daß im kritischen Bereich (p_H 3) der p_H -Wert des Zellsaftes etwa 4,5—5 beträgt. Dieser Wert muß wohl dem isoelektrischen Punkt der Zellsaftampholyte entsprechen. Auch die C_H -Differenz zwischen Vakuole und Medium dürfte dabei eine Rolle spielen. Von großer Wichtigkeit sind die Parallelbefunde BÜNNINGS über die Nitratspeicherung. Für diese gelten dieselben Gesetzmäßigkeiten wie für saure Farbstoffe. Wir ersehen daraus, wie wichtig es für die Klärung des Stoffaufnahme- und Stoffspeicherungsproblems ist, Versuche mit Farbstoffen durchzuführen.

Der Referent (2) dehnte seine Erfahrungen, die er (1935) gewinnen konnte (vgl. Fortschr. Bot. 5, 165) auf die Epidermis der Zwiebel-schuppen von *Allium Cepa* aus. Ist der p_H -Wert der Farblösung oder des Mediums, in das gefärbte Zellen übertragen werden, größer als 7,1, so färbt sich nur die Vakuole, ist er kleiner, so wird nur die Membran gefärbt. Durch nachträgliche Veränderung der C_H kann man den Farbstoff beliebig in der Zelle verschieben. Im Vergleich zu *Trianea*-Wurzelhaaren ist sonach der kritische p_H -Wert um $7/10$ gegen die alkalische Seite hin verschoben. Spezifische Verschiedenheiten der Zellen werden dafür verantwortlich gemacht und die Methodik soll zur Gewebeanalyse weiter herangezogen werden.

CZAJA bearbeitet ebenfalls sehr eingehend die Membranfärbung lebender Zellen mit basischen Farbstoffen (insbesondere Toluidinblau) und mißt der Adsorption des Farbkations bei dem Färbeprozess eine große Bedeutung bei. Erst aus der Zellwand erfolgt eine Aufnahme in das Zytoplasma und in den Zellsaft. Der Ionenaustausch (alkalischer Membranporeneffekt) wird direkt mit analytischen Methoden nachgewiesen, es bleibt nämlich das ungefärbte Anion im erschöpften Farbbade oft fast quantitativ zurück. Modellversuche erhärten diese Auffassung. Besonders die Zellwände absorbierender Gewebe zeigen dieses Phänomen. So konnten die Hydropoten wohl mit Sicherheit als adsorbierende Zellkomplexe gedeutet werden. Nach CZAJA soll für den vom Referenten aufgefundenen Umschlagsbereich für Neutralrot die Dissoziation des

Farbstoffes allein ausschlaggebend sein. Dies trifft aber sicher nicht zu. Da nicht nur die Färbung der Membran, sondern auch die adsorbierende Fähigkeit der Vakuole dabei eine große Rolle spielt, so wird durch die physiologischen Verschiedenheiten der Zellen der Umschlagpunkt zwischen Membran und Vakuolenfärbung recht bedeutend verschiebbar sein, so daß im Falle einer reinen Farbstoffmolekülaufnahme die von CZAJA aufgestellte Dissoziationsabhängigkeit sicherlich keine Rolle spielen kann.

Aus den Befunden dieser Autoren können wir wohl noch keine einheitliche Theorie über die Farbstoffaufnahme und Speicherung herauschälen, doch lassen sich einmal die aufgefundenen Gesichtspunkte kurz zusammenfassen.

1. Die Membran ist negativ geladen und ist imstande, das Farbstoffkation zu adsorbieren (Gegenionenaustausch). Die Membranfärbung würde somit als Ionenaufnahme zu deuten sein.

2. Für die Membranfärbung muß somit die von der C_H abhängige Dissoziation des Farbstoffes sicherlich von Bedeutung sein.

3. Der Farbstoff kann auch als Molekül in die Zelle aufgenommen und dann im Zellsaft gespeichert werden.

4. Die Speichermöglichkeit des Zellsaftes ist aber von der C_H durchaus abhängig, denn es wird durch eine Verschiebung der C_H des Zellsaftes eine Änderung der Kolloidampholyte erfolgen, andererseits aber wird durch die Verschiebung auch die Dissoziation des Farbstoffes beeinflußt. Sonach spielt die jeweilige C_H -Differenz Zellsaft/Außenmedium auch hinsichtlich des Dissoziationsgrades des Farbstoffes außen und innen eine große Rolle, so daß aus thermodynamischen Erwägungen heraus schon eine C_H -Steuerung der Farbstoffaufnahme denkbar ist.

5. Die C_H und die Lage des isoelektrischen Punktes der Zellsaftkolloide wird sonach für die Lage der kritischen C_H mit ausschlaggebend sein.

6. Permeabilitätsänderungen etwa im Sinne der Löslichkeitstheorien sind von untergeordneter Bedeutung.

7. Eine Blockierung durch Ionen im Sinne solcher Permeabilitätstheorien spielt für die Stoffaufnahme keine Rolle. Vielmehr wird durch Ionen die Speichermöglichkeit der Zelle reguliert. Man wird sonach bei der Stoffaufnahme nicht nur der Permeabilität, sondern auch noch den übrigen Faktoren eine grundlegende Rolle zuschreiben müssen.

Weitere experimentelle Daten werden sicherlich Klärung bringen, der Weg, der eingeschlagen wurde, ist der richtige.

DANGEARD berichtet über Vitalfärbungen an Diatomeen, CHADEFAUD stellt mit Hilfe der Vitalfärbung eingehende zytologische Analysen an Grün- und Braunalgen an.

Eine zusammenfassende Darstellung gab BECKER.

8. Pathologie, Ionen- und Giftwirkung, Resistenz. KÜSTER (4) macht auf ein sehr interessantes Objekt zum Studium *kernloser Zellen* aufmerk-

sam. Bei der Zygo- und Azygosporenbildung von *Plagiospermum* werden in eigenartiger Weise kernlose verhältnismäßig große Zellen abgeschnürt, die längere Zeit am Leben bleiben, semipermeables Protoplasma besitzen und mit Neutralrot wie normale Zellen anfärbbar sind. Ihre Resistenz gegen schädigende Einflüsse ist relativ groß. In dankenswerter Weise klärt KÜSTER (5) die von HABERLANDT seinerzeit beschriebene „Zellteilung“ nach Plasmolyse in den Blattzähnen von *Helodea* auf. Es handelt sich dabei um die Bildung von plasmatischen Lamellen, die durch degenerative Erstarrung den Eindruck erwecken, als ob es sich um echte Zellwände handeln würde. Das Phänomen hat mit Zellteilungserregung nichts zu tun, sondern stellt einen pathologischen Vorgang dar.

Es ist schon längere Zeit bekannt, daß die Zelle der Rotalgen sich durch eine außerordentlich geringe *Plasmolyseresistenz* auszeichnet. HÖFLER (2) konnte die Ursache dieser geringen Resistenz auf das große Haftvermögen der Plasmagrenzschichten zurückführen, denn Zentrifugierungsversuche lehrten, daß die Rotalgenzellen das Zentrifugieren erstaunlich gut vertragen können. Beziehungen zwischen Viskosität und Plasmolyseresistenz konnten dagegen keine aufgefunden werden. Auch das Vorhandensein des Plastidenmosaiks kommt als erklärendes Prinzip nicht in Frage, denn an zentrifugierten Zellen konnte dieses auf weite Strecken beseitigt werden und die Plasmolyseresistenz blieb aber dieselbe. Das Haftvermögen der Plasmagrenzschichten ist nach HÖFLER so groß, daß bei der Plasmolyse eine Zerreißung eintritt.

Der Referent (2) konnte den experimentellen Nachweis für die Reversibilität der *Vakuolenkontraktion* und der *Tonoplastenbildung* erbringen. Die durch Neutralrotfärbung hervorgerufene Vakuolenkontraktion und Tonoplastenbildung in den Epidermiszellen der Zwiebel-*schuppe* von *Allium Cepa* ist dann vollständig reversibel, wenn der Farbstoff durch eine geeignete C_H -Verschiebung wieder aus der Vakuole entfernt wird.

An den *Gymnoplasten* der Myxomyceten stellte BALBACH (1, 2) recht eigentümliche pathologische Erscheinungen fest. Durch Druck entstehen Hyaloplasmakugeln, an denen amöboide Formveränderungen zu beobachten sind. Mit Platinmohr, welches auf unbehandelte Plasmodien gestreut wurde, konnten rhythmisch erfolgende Binnenentmischungen erzielt werden, die abwechselnd aus Hyaloplasma und Körnchenplasma bestehen. Solche Bilder erinnern äußerlich an die LIESEGANGSchen Ringe. Nach Vorbehandlung der Plasmodien mit Kalzium- oder Aluminium-Salzen sinken jedoch die Platinmohrteilchen nicht ins Plasmodium ein, und es unterbleibt diese Erscheinung. Durch Harnstofflösungen lassen sich mannigfaltige Formveränderungen der Plasmodien erzielen. BOAS weist auf die große Bedeutung der *Anionen-* und *Kationenreihen* für die Leistung der Pflanzenzelle hin. Das phyletische Anionenphänomen läßt sich nicht nur für die C-heterotrophen, sondern auch für

die C-autotrophen Pflanzen bestätigen. Für die vergleichende Protoplasmatik wird ein wesentlicher Beitrag im Sinne einer „phyletischen Protoplasmatik“ gegeben, der sich in das Programm HÖFLERS gut einreihen läßt.

SHIBATA und WATANABE prüfen den Einfluß von schwerem Wasser auf die CO_2 -Assimilation und Atmung. Beide Prozesse werden verlangsamt. EDWARDS berichtet über die Giftwirkung verschiedener Salze auf Keimwurzeln von *Zea Mays*. Die unteren Grenzen wurden am Ausbleiben des Wachstums der Wurzeln festgestellt. Sie betragen für CaCl_2 0,2 Mol, MgCl_2 0,1 Mol, KCl und NaCl 0,02 Mol. Durch Behandlung mit reihenweise verdünnten Salzlösungen und nachträgliche Fixierung konnten auch die zytologischen Veränderungen in den Zellen untersucht werden, die freilich im Äquivalentbild recht undeutlich zum Ausdruck kommen dürften. KOBBS und ROBBINS studierten die Abhängigkeit der Giftwirkung basischer und saurer Farbstoffe von der C_H auf das Wachstum der Myzelien von *Gibberella*, *Fusarium* und *Rhizopus*. Ein Saurerwerden vergrößert die Giftigkeit für saure Farbstoffe und umgekehrt ein Alkalischerwerden des Substrates vergrößert die Giftigkeit der basischen Farbstoffe. Hier ergeben sich gute Beziehungen zu den Studien über die Abhängigkeit der Farbstoffaufnahme von der C_H (vgl. S. 142). Eine Beziehung zwischen dem isoelektrischen Punkt und derjenigen Aziditätslage in der die Giftigkeit der basischen und sauren Farbstoffe minimal ist, ergibt sich nicht. Es wird angenommen, daß vielmehr der Einfluß der C_H auf die Dissoziation von Bedeutung ist.

SAKAMURA und KANAMORI untersuchen den Einfluß von Natriumazetat-Essigsäure-Gemischen auf die Wurzelhaare von *Brassica chinensis*. Es konnten dieselben Erscheinungen festgestellt werden, wie sie von STRUGGER (1926, 1928) an den Wurzelhaaren mit derselben Methodik gefunden wurden. Nur bezüglich der Zweigipfeligkeit der Kurven gehen die Meinungen auseinander. Eine Zweigipfeligkeit wird zwar gefunden, doch anders gedeutet. Die erste Periode soll reversibel, die zweite irreversibel sein. Ob dieser Unterschied wesentlich ist, bleibt aber fraglich. Die Essigsäure soll in erster Linie als Molekül in die Zelle eindringen. Auch BECKER vergleicht die Giftigkeit verschiedener Säuren bei gleichem p_H -Wert. An den Haaren von *Tradescantia virginica* wird die Hemmung der Plasmaströmung durch Säuren verfolgt. Die Giftigkeit der verschiedenen geprüften Säuren wechselt sehr. Man muß wohl neben der C_H auch noch den Dissoziationsgrad und die damit verbundene Möglichkeit des Permeierens von undissoziierten Säuremolekülen in Betracht ziehen.

RILEY berichtet über mannigfaltige Schädigungserscheinungen an den Chromosomen der sich teilenden Pollenmutterzellen von *Tradescantia* durch Röntgenstrahlen. ERDMANN konnte feststellen, daß Hefezellen, denen Wasser entzogen wurde, gegenüber Röntgenstrahlen

resistenter werden. Diese Resistenzerhöhung ist nach Wasserzuführung wieder reversibel. Alte Zellen der Hefe sind gegenüber Bestrahlung weniger empfindlich als junge. Mit dem Altern geht wohl eine Abnahme des Wasserbindungsvermögens der Plasmakolloide vor sich. Nach SEIFRITZ ist das Protoplasma der Plasmodien gegenüber β - und γ -Strahlen recht resistent. Das Verhalten der Plasmodien gegenüber eingelegten Radiumnadeln wird beschrieben. PETROVÁ untersucht die Resistenz von *Zygnema* gegenüber β -Strahlen. Das Maß der Resistenz hängt merkwürdigerweise davon ab, ob ein *Zygnema-Faden* in der Reinkultur alleine liegt, oder ob er in Gesellschaft wächst. Die in Gesellschaft wachsenden Fäden sind wesentlich strahlenempfindlicher!

KALCHHOFER charakterisiert den Protoplasmazustand nährsalzmangelkranker Pflanzen. An *Helodea canadensis* läßt sich für die Plasmolysezeiten folgende Reihenfolge festlegen: Ca- N- < P- < K-freie < vollkommen ernährte Pflanze. Für die Lebensdauer im Plasmolytikum (KCl): Normale Pflanze < P- < K- < N- < Ca-freie Pflanzen. Empfindlichkeit gegen Alkohol: K-freie > vollkommen > Ca- > P- > N-frei > ernährte Pflanzen. Empfindlichkeit gegen Säure: N- > Ca- > K- > P-frei > vollkommen ernährte Pflanzen. Empfindlichkeit gegen Hitze: N- > Ca- > K- > P-frei > vollkommen ernährte Pflanzen.

SERGEJEV und LEBEDEV unternehmen den Versuch, die Salz-, Frost- und Dürresistenz verschiedener Winter- und Sommergetreidearten auf gemeinsame protoplasmatische Unterschiede (Hydrophilie, Permeabilitätseigenschaften) zurückzuführen. Für diese Resistenzarten, die gemeinsame Züge besitzen, wird der Begriff einer „physiologischen Resistenz“ vorgeschlagen.

9. Protoplasmatische Anatomie. GICKLHORN konnte beim Erfrieren verschiedener Laubblätter Musterbeispiele für die physiologische Ungleichheit bei morphologischer Gleichheit auffinden. Charakteristische, bei jedem Blatte wiederkehrende Zonen sind wesentlich kälteempfindlicher. Die Reihenfolge des Erfrierens verschiedener Blattzonen läßt deutliche Gradienten sichtbar werden. Diese Erscheinung ist allgemein verbreitet und die Gradientenverteilung ist bei verschiedenen Blattformen ungemein variabel. Aber auch das Alter der Blätter spielt dabei eine große Rolle.

In schönster Weise konnte durch die Untersuchungen von FIFE und FRAMPTON im Blattstiel der Zuckerrübe ein radial verlaufender p_H -Gradient sichergestellt werden. Von Zelle zu Zelle haben diese Autoren mit Hilfe eines Mikromanipulators den p_H -Wert des Zellsaftes elektrometrisch bestimmt. Die nebenstehende Abb. 26 zeigt uns den charakteristischen p_H -Gradienten, der vom Phloëm bis zum hypodermalen Gewebe verläuft. Es ist besonders bemerkenswert, daß dieses schöne Ergebnis von einer praktischen Fragenstellung aus gewonnen wurde

(Befall durch *Eutettix tenellus*). Andererseits aber zeigt es sich, wie notwendig die Fragenstellung der protoplasmatischen Anatomie auch für die angewandte Botanik bereits geworden ist.

DIEHL untersucht die zonale Färbbarkeit junger Blättchen von *Helodea* (vgl. Fortschr. Bot. 5, 166) mit Neutralrot. Während die Elektivfärbung der Dauerzone bislang nur am lebenden Gewebe durchgeführt wurde, konnte DIEHL zeigen, daß auch an abgetöteten Blättchen sich nur die Dauerzone anfärben läßt. Sonach kann hier nur eine Impermeabilität der Membranen für die Farbstoffverteilung maßgebend sein. Auf Grund von Benetzungsversuchen schließt DIEHL, daß die wachsenden Blattzonen eine undurchlässige Kutikula besitzen. Der Referent möchte den Ausdruck Kutikula aber hier doch ablehnen und von einer Membranimpermeabilität sprechen.

Dieser Befund von DIEHL ändert aber nichts an der gleichlaufenden plasmatischen Verschiedenheit der Zellen. In diesem Zusammenhange konnte auch der Referent für das Rhodamin B neuere Erfahrungen über die protoplasmatische Anatomie des *Helodea*-Blattes sammeln.

Im übrigen sei auf die große Zahl der vergleichenden Permeabilitätsuntersuchungen hingewiesen, die im vorliegenden Kapitel bereits besprochen wurden. Die gesamte plasmatische Forschung steht wohl im Grunde genommen durchaus im Dienste der protoplasmatischen Anatomie, die das Programm einer kausalen physiologischen Anatomie vertritt.

10. Bewegungs- und Reizerscheinungen. FITTING prüft mit großem Erfolg die Frage weiter, ob etwa Verbindungen des l-Histidins den wirksamen Bestandteil in den *Vallisneria*-Extrakten darstellen könnten. Die plasmodinetische Wirksamkeit des l-Histidins ist ja bereits schon ungemein groß. Selbst in einer Verdünnung von 1:600 Millionen ist dieser Stoff noch plasmodinetisch wirksam. Geprüft wurde das l-Methylhistidin. Es ist plasmodinetisch noch wirksamer als das l-Histidin, seine Wirksamkeit beträgt das 5—6fache des l-Histidins. Das l-Methylhistidin ist sonach die bisher plasmodinetisch am stärksten wirksame Verbindung, die FITTING auffinden konnte. Es ist wahrscheinlich, daß Histidinverbindungen, die die Diazofarbreaktion nicht liefern, im Blattextrakt von *Vallisneria* wirksam sind; aber durch weitere Untersuchungen will FITTING diesen Indizienbeweis noch erhärten.

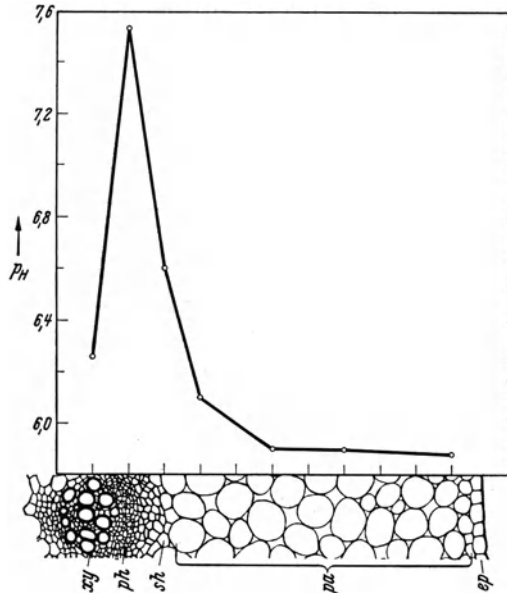


Abb. 26. Der pH-Gradient im normalen Zuckerrüben-Blattstiel. xy Xylem, ph Phloem, sh Bündelscheide, pa Parenchym, ep Epidermis. (Nach FIFE und FRAMPTON.)

UMRATH und SOLTYS konnten für die Erregungssubstanz der Papiionaceen finden, daß es sich um eine sauerstoffreiche Oxysäure handelt. Ihre Wirkung besteht nicht nur in einer Erregungsauslösung, sondern an *Phaseolus*-Perikarprien konnten diese Autoren noch den Nachweis liefern, daß sie auch zellteilungsauslösend wirkt. Und zwar erfolgt diese Wirkung in Konzentrationen, die durchaus im Organismus vorkommen könnten. ORSÓS untersucht in dankenswerter Weise die Frage nach der Natur der HABERLANDTSchen Wund- und Leptohormone. Ausgehend von den Erfahrungen der CARELL-Schule über die wirksamen Stoffe der Embryonalextrakte bei der Gewebekultur, prüft dieser Autor unter sterilen Bedingungen die zellteilungsauslösende Wirkung von Eiweißabbauprodukten. Pepton-Witte und Tyrosin sind am wirksamsten. Das Tyrosin bewirkt in geringeren Konzentrationen Teilungsauslösung, ohne daß die intrazelluläre C_H sich stark ändern würde. In höheren Konzentrationen dagegen bewirkt es hypertrophes Streckungswachstum, wobei sich klar die intrazelluläre C_H gegen die saure Seite hin verschiebt. Im Vergleich mit der teilungs- und streckungswachstumsauslösenden Wirkung des Heteroauxins ist dieses Verhalten gerade umgekehrt. Das Heteroauxin bewirkt ja erst in physiologisch unnatürlich hoher Konzentration eine Teilungsauslösung. Deshalb vertritt der Autor die Meinung, daß in der Natur eher solche Eiweißabbauprodukte eine Rolle bei der Zellteilungsauslösung spielen dürften als die Auxine. Diese Arbeit erscheint dem Referenten für die weitere experimentelle Anbahnung einer pflanzlichen Gewebekultur als überaus wichtig. Daß dieses Problem von den Pflanzenphysiologen noch nicht aufgegeben wurde, beweisen uns auch die vielen Arbeiten, die in diesem Berichtsjahre darüber erschienen sind (BONNER, FIEDLER, GEIGER-HUBER, BURLET, LA RUE, ROBBINS-WHITE-CLAY-BARTLEY, ROBBINS-BARTLEY-WHITE).

Einen beachtenswerten Vorstoß zur zellphysiologischen Fundierung der Analyse des Erregungsvorganges in pflanzlichen Zellen nach elektrischer Reizung stellt die Arbeit von DRAWERT dar. An Zwiebel-Epidermen von *Allium Cepa*, die mit Neutralrot in Leitungswasser oder in einer schwach alkalischen Phosphatpufferlösung so angefärbt waren, daß nur die Vakuole gefärbt erschien, wurde geprüft, ob durch eine elektrische Reizung der Zellen sich mit Hilfe der vom Referenten festgelegten C_H -Abhängigkeit der Farbstoffverteilung (vgl. S. 142) eine Ansäuerung der Gewebe feststellen läßt. Entweder wurde mit Gleichstrom (6—80 Volt) oder mit Induktionsschlägen gereizt. Nach der Reizung zeigte sich in der Tat ein Auswandern des Farbstoffes aus den Vakuolen und eine Anfärbung der Membranen, gleich wie sie bei künstlicher Verschiebung der C_H des Mediums eintreten müßte. Nur sind enge Beziehungen zwischen der Stromrichtung und der Orientierung der Zellen beobachtbar. Wird in der Längsrichtung der Zellen gereizt, so färben

sich nur die Querwände, wird dagegen um 90° gedreht, so färben sich nur die Längswände an. Auch die Azidität des Zellsaftes und des Mediums spielen dabei für die Reizempfindlichkeit eine große Rolle. Bei schwächerer Reizung ist die Membranfärbung noch vital und reversibel, bei stärkerer Reizung trifft dies nicht mehr zu. Damit ist eine Azidifizierung der Gewebe durch elektrische Reizung mit Hilfe zellphysiologischer Methoden mit großer Sicherheit festgestellt worden, und es zeigt sich, daß erfreulicherweise die Methoden der Zellphysiologie allmählich immer mehr imstande sind, die Grundlagen für eine mikrophysiologische Analyse der Reizerscheinungen zu liefern.

Literatur.

- BALBACH, H.: (1) *Protoplasma* (Berl.) **26**, 161 (1936). — (2) *Ebenda* **26**, 192 (1936). — BANK, O.: *Ebenda* **25**, 188 (1936). — BECKER, W. A.: *Ebenda* **26**, 439 (1936). — BECKER, W. A., u. J. H. SIEMASZKO: *Cellule* **45**, 29 (1936). — BECKER, Z. E.: *Protoplasma* (Berl.) **25**, 161 (1936). — BIEBL, R.: *Ebenda* **26**, 386 (1936). — BOAS, FR.: *Angew. Bot.* **18**, 13 (1936). — BONNER, J.: *Proc. nat. Acad. Sci. USA.* **22**, 426 (1936). — BRAUNER, L. u. M.: *Rev. Fak. Sci. Univ. d'Istanbul* **2**, 58 (1936). — BÜNNING, E.: *Flora* (Jena) **131**, 87 (1936).
- CHADEFAUD, M.: *Rev. algol.* **8**, 5 (1936). — COLLANDER, R.: *Protoplasma* (Berl.) **25**, 201 (1936). — CZAJA, A. TH.: *Planta* (Berl.) **26**, 90 (1936).
- DANGEARD, P. A.: *Le Botaniste* **27**, 333 (1936). — DELLINGSHAUSEN, M. VON: *Planta* (Berl.) **25**, 282 (1936). — DIEHL, J. M.: *Rec. Trav. bot. néerl.* **33**, 502 (1936). — DOUTRELIGNE, J.: *Proc. Kon. Akad. Amsterdam* **37** (1935). — DRAWERT, H.: *Planta* (Berl.) **26**, 391 (1936).
- EDWARDS, J. K.: *Amer. J. Bot.* **23**, 483 (1936). — ERDMANN, K.: *Protoplasma* (Berl.) **26**, 557 (1936).
- FIEDLER, H.: *Z. Bot.* **30**, 385 (1936). — FIFE, J. M., u. V. L. FRAMPTON: *J. agricult. Res.* **53**, 581 (1936). — FITTING, H.: *Jb. Bot.* **82**, 615 (1936). — FREY-WYSSLING, A.: *Protoplasma* (Berl.) **25**, 261 (1936).
- GEIGER-HUBER, M., u. E. BURLET: *Jb. Bot.* **84**, 233 (1936). — GICKLHORN, J.: *Protoplasma* (Berl.) **26**, 90 (1936). — GREB, W.: *Z. Mikrosk.* **53**, 10 (1936).
- HAUSER, W.: *Protoplasma* (Berl.) **26**, 413 (1936). — HEITZ, E.: (1) *Ber. dtsh. bot. Ges.* **54**, 362 (1936). — (2) *Planta* (Berl.) **26**, 134 (1936). — HOFFMANN, C.: *Kieler Meeresforsch.* **1**, 125 (1936). — HÖFLER, K.: (1) *Mikrochemie, Festschrift für H. MOLISCH*, S. 224. 1936. — (2) *Protoplasma* (Berl.) **26**, 377 (1936).
- KALCHHOFER, Z.: *Protoplasma* (Berl.) **26**, 249 (1936). — KIYOHARA, K.: *J. Fak. Sci. Tokyo* **4**, 399 (1936). — KOBBS, E., u. W. J. ROBBINS: *Amer. J. Bot.* **23**, 133 (1936). — KOJIMA, H.: *Bot. Zbl.*, Abt. A **55** (Beih.), 197 (1936). — KÜSTER, E.: (1) *Z. Mikrosk.* **52**, 427 (1936). — (2) *Ber. dtsh. bot. Ges.* **53**, 834 (1936). — (3) *Ebenda* **52**, 626 (1935). — (4) *Cytologia* **7**, 264 (1936). — (5) *Ber. dtsh. bot. Ges.* **53**, 823 (1936). — KUSUNOKI, S., u. Y. KAWASAKI: *Cytologia* **7**, 530 (1936).
- LA RUE, C. D.: *Proc. nat. Acad. Sci. USA.* **22**, 201 (1936). — LEDERER, B.: *Biol. generalis* (Wien) **11**, 211 (1935). — LEHMANN, B., u. F. M. ANDREWS: *Bot. Zbl.*, Abt. A **54** (Beih.), 1 (1936). — LINDERSTRÖM-LANG, K., u. H. HOLTER: *C. r. Trav. Labor. Carlsberg, Kopenhagen* **19**, 6 (1932).
- MARKLUND, G.: *Acta bot. fenn.* **18**, 1 (1936). — MÜLLER, W.: *Protoplasma* (Berl.) **26**, 205 (1936).
- NORTHEN, H. T.: *Bot. Gaz.* **98**, 421 (1936).
- ORSÓS, O.: *Protoplasma* (Berl.) **26**, 351 (1936).

PEKAREK, J.: Bot. Zbl., Abt. A 55 (Beih.), 303 (1936). — PÉTERFI, T., u. H. KOJIMA: (1) Protoplasma (Berl.) 25, 489 (1936). — (2) Ebenda 501. — PETROVÁ, J.: Bot. Zbl., Abt. A 54 (Beih.), 369 (1936). — PFEIFFER, H.: (1) Cytologia 7, 256 (1936). — (2) Protoplasma (Berl.) 25, 528 (1936). — (3) Physics 7, 302 (1936). — (4) Protoplasma (Berl.) 25, 397 (1936). — (5) Ebenda 26, 372 (1936). — POTOZKY, A.: Ebenda 25, 49 (1936).

RESÜHR, BR.: (1) Protoplasma (Berl.) 23, 337 (1935). — (2) Ebenda 25, 435 (1936). — (3) Ebenda 24, 531 (1936). — RILEY, H. P.: Cytologia 7, 131 (1936). — ROBBINS, W. J., V. B. WHITE, MCCLAY, J. E., u. M. BARTHLEY: Proc. nat. Acad. Sci. USA. 22, 336 (1936). — ROBBINS, W. J., M. BARTHLEY u. V. B. WHITE: Bot. Gaz. 97, 554 (1936).

SAKAMURA, T., u. H. KANAMORI: J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., IV. Ser. V, 65 (1935). — SCHARINGER, W.: Protoplasma (Berl.) 25, 404 (1936). — SCHMIDT, H.: Jb. Bot. 83, 470 (1936). — SCHNEE, L.: Protoplasma (Berl.) 26, 97 (1936). — SCHÖNLEBER, K.: Z. Mikrosk. 53, 303 (1936). — SCHORR, L.: Ebenda 52, 369 (1936). — SCHUMACHER, W.: Jb. Bot. 82, 507 (1936). — SEIFRITZ, W.: Protoplasma (Berl.) 25, 196 (1936). — SERGEJEV, L. I., u. A. M. LEBEDEV: Planta (Berl.) 25, 84 (1936). — SHIBATA, K., u. A. WATANABE: Acta phytochim. (Tokyo) 9, 107 (1936). — STRUGGER, S.: (1) Flora (Jena) 131, 113 (1936). — (2) Protoplasma (Berl.) 26, 56 (1936).

ULLRICH, H.: (1) Planta (Berl.) 26, 311 (1936). — (2) Protoplasma (Berl.) 26, 183 (1936). — UMRATH, K., u. A. SOLTYS: Jb. Bot. 84, 276 (1936).

WADA, B.: (1) Cytologia 7, 198 (1935). — (2) Ebenda 8, 363 (1936). — WAHRY, E.: Jb. Bot. 83, 657 (1936). — WEBER, FR.: (1) Protoplasma (Berl.) 26, 109 (1936). — (2) Ebenda 26, 100 (1936). — (3) Ebenda 26, 312 (1936). — (4) Mikrochemie, Festschrift für H. MOLISCH, S. 447. 1936. — WEIER, E.: (1) Amer. J. Bot. 23, 645 (1936). — (2) Cytologia 7, 504 (1936). — WIELER, A.: Protoplasma (Berl.) 26, 295 (1936).

YAMAHA, G.: (1) Cytologia 6, 523 (1935). — (2) Sci. Rep. Tokyo Bunr. Daig. 2, 209 (1936).

9. Wasserumsatz und Stoffbewegungen.

Von BRUNO HUBER, Tharandt i. Sa.

1. **Osmotische Zustandsgrößen.** Die hier schon mehrfach (besonders Fortschr. Bot. 1, 144) erörterten Widersprüche zwischen den Messungsergebnissen für Saugkraft und osmotischen Wert scheinen sich allmählich zu klären. MÜNCHS Schüler CHU ist es zum erstenmal gelungen, *beide Größen mit derselben Methode zu messen*: er wendet einfach die Kapillarmethode erst auf die lebenden, nachher auf die abgetöteten Gewebe an und erhält im ersten Fall die Saugkraft der Zellen, nach dem Abtöten dagegen infolge Zerstörung der Semipermeabilität die Saugkraft des Inhaltes, also den osmotischen Wert. *Überraschenderweise bestätigen sich dabei sowohl die hohen Saugkraftangaben URSPRUNGS wie die wesentlich niedrigeren für den osmotischen Wert WALTERS, was nur beim Vorkommen bedeutender und bisher völlig unterschätzter negativer Wandspannungen möglich ist.* Besonders im Winter treten nach künstlichen Wasserverlusten in Koniferennadeln enorme Saugkräfte und negative Wandspannungen auf (Tabelle); dagegen konnte auch bei möglichster Wassersättigung die Saugkraft 0 nicht erzielt werden; in der Natur stiegen auch bei Regenwetter die Turgordrucke nicht über 3—4 Atmosphären.

Tabelle.
Osmotische Zustandsgrößen von Fichtennadeln nach CHU.

Wasserverlust gegenüber Frischgewicht %	Saugkraft at.	osmot. Wert at.	Wanddruck at.
<i>A. Im Sommer (5. 7. 1934)</i>			
0	12,7	14,3	+ 1,6
12,4	22,5	21,2	— 1,3
20,7	29,7	27,6	— 2,1
27,6	39,3	32,4	— 6,9
34,7	50,3	39,8	— 10,5
<i>B. Im Winter (14. 3. 1935)</i>			
0	18,8	25,5	+ 6,7
15,5	42,5	32,1	— 10,4
21,2	104,5	40,4	— 64,1
29,8	145,6	46,3	— 99,3
33,8	>256	45,2	— 210

Die Feststellung, daß wir nicht nur bei den eigentlichen „Kohäsionsmechanismen“ (Farnannulus u. a.), sondern auch bei einigermaßen

starrten Laubblättern nach Wasserverlust mit negativen Wandspannungen und damit die osmotischen Werte übersteigenden Saugkräften rechnen müssen, ist für die Beurteilung der für den Wassernachschub eingesetzten Kräfte sehr wesentlich. CHU selbst stellt bei verschiedenen Laubhölzern mit steigender Stammhöhe im Mittel eine Saugkraftzunahme um 1 at/m, bei Nadelhölzern von 2 at/m fest.

Trotz dieser wichtigen Rechtfertigung der hohen Saugkraftangaben URSPRUNGS sind damit noch nicht alle Widersprüche beseitigt: vor allem bleibt WALTERS Einwand (Z. Bot. 23, 78 [1930]) bestehen, daß bei Eintauchverfahren alle negativen Wandspannungen verschwinden müssen, sobald es zur Plasmolyse kommt; bestände also eine negative Wandspannung, so müßte es auch in den höchsten Konzentrationen zu einer Ausdehnung der Gewebe kommen, was REHM im Vorjahr bei welchen *Impatiens*-Blättern tatsächlich feststellte. Wenn URSPRUNG trotzdem bei Längen- und Dickenmessungen untergetauchter Gewebe einen über dem osmotischen Wert liegenden Nullpunkt erfassen konnte, so muß entweder Plasmolyse ausgeblieben sein (Undurchlässigkeit der Wände, Adhäsion des Plasmas), oder es lagen vom lebenden Inhalt unabhängige Quellungs- und Schrumpfungerscheinungen der Zellwände vor. — Wie verwickelt die Kontraktionsverhältnisse von Pflanzenzellen im Gewebeverband sein können, lehrt eine neue Arbeit von BUHMANN, wonach bei der Plasmolyse der Epidermiszellen von *Bergenia crassifolia* nur etwa 55 % aller Zellen eine Verkleinerung, 41 % dagegen eine Vergrößerung der Flächenansicht erfahren (Rest unverändert); die Beträge der Flächenänderung liegen zwischen —37,8 und +28,6 %! — Von technischen Schwierigkeiten bei der Saugkraftmessung berichtet auch HÄRTEL: seine mit der Hebelmethode gewonnenen Werte laufen den Wassergehaltsschwankungen weitgehend parallel, liegen aber absolut (auch nach Vergleichsmessungen mit der Zellmethode) offenbar zu hoch, was besonders aus den unmöglich hohen Saugkraftwerten wassergesättigter Gewebe hervorgeht; bei sehr hohen Sättigungsdefiziten kann die Saugkraftmessung auch daran scheitern, daß die Gewebe (wie auch ILJIN betont) das Eintauchen in Lösungen nicht vertragen.

In der Messung osmotischer Werte ist ein Fortschritt gelungen, indem MOSEBACH bei einigen derberen Meeressalgen nach Abzentrifugieren des benetzenden Seewassers die osmotischen Werte durch Preßsaftkryoskopie bestimmen konnte; sie lagen 4—7, bei *Valonia* (wo der Zellsaft durch einfaches Anstechen gewonnen werden kann) 1 at über denen des Meerwassers. — Für die Differenz zwischen grenzplasmolytisch und kryoskopisch bestimmten osmotischen Werten geben BENNET-CLARK und Mitarbeiter eine neue Deutung, indem sie auf die sich mehrenden Beweise für eine aktive Beteiligung des lebensfähigen Protoplasmas an Stoffverschiebungen (s. unten S. 156) hinweisen; es sei daher, besonders für wachstumsfähige Zellen, mit der Möglichkeit zu rechnen, daß zur Erzielung der Plasmolyse nicht nur der osmotische Druck des Zellsaftes, sondern auch das Sekretionspotential des Plasmas (das eine Wasserverschiebung nach der Vakuole begünstigen soll) zu überwinden ist; die Differenz zwischen grenzplasmolytischem und kryoskopischem Wert wäre in diesem Falle ein Maß für dieses Potential. Experimentell stellen sie zu dieser Frage fest, daß bei Zuckerrübenparenchym, wo die beiden

Werte um 3—7 at differieren, der eigene Preßsaft auch keine Plasmolyse bewirkt, während bei Blattstielen von Rhabarber und *Caladium*, wo solche Unterschiede fehlen, Plasmolyse eintritt. — Zur Frage der *biologischen Bedeutung des osmotischen Wertes* hat WALTER bei Salzpflanzen der Namib-Wüste (SW-Afrika) die wichtige Feststellung gemacht, daß eine auf Trockenheit beruhende („passive“) Erhöhung des osmotischen Wertes eine Hemmung der Lebenserscheinungen, eine auf Salzaufnahme beruhende („aktive“) dagegen keine solche Hemmung mit sich bringt. „Daraus folgt, daß eine Erhöhung des osmotischen Wertes in diesem Falle keine Auskunft über den Lebenszustand der Pflanzenart geben kann“ (vom Verfasser gesperrt wiedergegeben). Verfasser bestätigt damit für diesen Fall ausdrücklich, was Referent 1932 und 1933 (Z. Bot. 25, 631 und 26, 555) zur Kritik des WALTERSchen Hydraturbegriffes ausgeführt hat; nur glaubt Referent, daß diese Einschränkung nicht nur für die Salzaufnahme von Salzpflanzen, sondern für jede Vermehrung des osmotisch wirksamen Materials im Gegensatz zum Wasserentzug gilt. — Eine sorgfältige Laboratoriumsuntersuchung über die Beziehungen zwischen Bodensaugkraft und o. W. bei über 50 verschiedenen Pflanzen verdanken wir SIMONIS: mit sinkendem Bodenwassergehalt steigt o. W. erst langsam, dann immer rascher an, wobei die untersuchten Xerophyten eine weit größere Toleranzbreite (o_{\max} zum Teil über 50 at) aufweisen als Schatten- und Sumpfpflanzen. Im Sommer pflegen die erträglichen Höchstwerte (o_{\max}) beträchtlich anzusteigen; bemerkenswert ist, daß in derselben Zeit eine künstliche Wassersättigung zu weniger hohen Wassergehalten führt als im Frühjahr und Herbst (HÄRTEL).

Eine Anzahl von Forschern beschäftigt sich mit den osmotischen Zustandsgrößen bei Wachstumsvorgängen; alle Untersucher (SCHOCH-BODMER, RUGE, CHU) stimmen darin überein, daß beim Streckungswachstum verhältnismäßig hohe Saugkräfte (Filamentstreckung von Gramineen noch bei 40 at Saugkraft) und Minima an Turgordruck auftreten (CHU behauptet für wachsende Früchte sogar negative Wanddrücke); einer eventuellen Turgordehnung muß daher auf jeden Fall ein aktives Intussuszeptionswachstum oder mindestens eine Elastizitätserhöhung der Membran vorhergehen. Näheres im Abschnitt „Reizphysiologie“. — Besonders eigenartige Wasser- (und Stoff-) Verschiebungen kommen in kurzlebigen Blüten vor: so nehmen nach MONTEMARTINI die Blüten von *Cereus giganteus* während der Entfaltung in wenigen Stunden etwa 100 g Wasser auf; dieses scheint dann größtenteils wieder in den Sproß zurückzuwandern, da die Gewichtsverluste beim Welken die Transpirationsgröße beträchtlich übersteigen; der parallel damit erfolgenden Ein- und Rückwanderung gelöster Stoffe haben PHILLIS und MASON bei der Baumwollstaude eine interessante Studie gewidmet, ohne die Mechanik dieser Wanderungsumkehr klarstellen zu können. Die eigentümlichen plasmatischen Veränderungen in solchen kurzlebigen Blüten (schleimige Degeneration des Protoplasmas) hat TONZIG ausführlich beschrieben. — Eine vorläufig rätselhafte Wasser-verschiebung liegt auch bei der sehr rasch erfolgenden Dehnung der Gefäße ringporiger Laubbölzer vor, deren Volumina dabei unter Verdrängung von Nachbarzellen aufs Hundertfache (10facher Durchmesser) anwachsen (PRIESTLEY und SCOTT).

2. Wasseraufnahme. Die in der südwestafrikanischen Nebelwüste Namib gewonnenen Erfahrungen geben WALTER (2) Anlaß zu einem Gesamtüberblick über die vielerörterte Frage der Aufnahme von Nebel und Tau durch Pflanzen und darüber hinaus über die biologische Bedeutung der „unmeßbaren“ Niederschläge überhaupt. Zunächst lehrt das meteorologische Tatsachenmaterial, daß selbst in den nebelreichsten Gebieten der Nebelniederschlag nirgends 1 mm pro Tag erreicht und im Jahr nur etwa 50 mm ausmacht. Sofern es nicht zu einer natürlichen oder künstlichen Ansammlung dieser Mengen (z. B. am Grund von Felsen) kommt, reichen sie nur für eine immerhin wohltuende Unterdrückung der Transpiration und eine gewisse Erholung der Turgeszenz (auch abgeschnittener Pflanzen), aber nicht zur Ansammlung von Wasservorräten für nebelfreie Zeiten. Vom Bodenwasser völlig unabhängige „echte Nebelpflanzen“ finden sich, soweit bekannt, nur unter den Flechten und Bromeliaceen (wurzellose Tillandsien mit ventilförmigen, rasche Wasseraufnahme ermöglichenden, Wasserabgabe dagegen erschwerenden Saugschuppen an den Blättern; den sonst noch beschriebenen wasserabsorbierenden Haaren fehlt diese für einen bleibenden Wassergewinn sehr wesentliche Ventilstruktur).

Die im vorigen Bericht geschilderten Mikropotometerversuche BREWIGS haben weitere bemerkenswerte Aufschlüsse gebracht. Zunächst wurde auch an intakten Wurzelsystemen der Befund bestätigt, daß sich mit steigender Transpirationssaugung die Absorptionszone der Wurzel verbreitert und das Absorptionsmaximum von den vordersten Millimetern etwas sproßwärts verlagert. Verfasser (2) verfiel nun auf den netten Gedanken, einen Teil der Mikropotometer statt mit Wasser mit hyper-tonischer Zuckerlösung zu füllen; würden nun die Veränderungen bei steigender Transpiration in erster Linie auf Saugkraftherhöhung beruhen, so müßte die Wasseraufnahme aus den wassergefüllten Potometern steigen, die Abgabe an die zuckergefüllten dagegen sinken; tatsächlich steigen aber Wasseraufnahme und Abgabe, was ein eindeutiger Beweis für Erhöhung der Wasserpermeabilität der Wurzel bei steigender Transpiration ist¹. Wie diese regulatorische Permeabilitätserhöhung zustande kommt, ist freilich noch unbekannt.

Im Berichtsjahr ist nun durch ähnlich gerichtete Versuche der Nachweis gelungen, daß auch die Nährsalzabsorption in der Nähe der Wurzelspitze ihr Maximum aufweist und mit der Transpiration beträchtlich ansteigt. Durch diesen doppelten Parallelismus rückt die alte Frage nach den Beziehungen zwischen Transpiration und Nährsalzaufnahme neuerdings in den Vordergrund des Interesses. Wir wollen ihr daher

¹ Eine Nachwirkung solcher regulatorischer Erscheinungen liegt wohl vor, wenn nach SPERLICH und HAMPPEL Wurzelstümpfe von *Helianthus* selbst in der Dunkelkammer konstanter Temperatur noch tagelang mittägliche Maxima und nächtliche Minima der Blutung aufweisen.

diesmal ein besonderes Kapitel widmen (vgl. aber auch den Abschnitt „Mineralstoffwechsel“).

3. Beziehungen zwischen Wasser- und Mineralstoffaufnahme. Unabhängig voneinander hat sich im Berichtsjahr eine ganze Reihe von Forschern der alten, aber bisher merkwürdig wenig exakt bearbeiteten Frage nach den Beziehungen zwischen Wasser- und Mineralstoffaufnahme zugewendet. Die erzielten Ergebnisse gehören zu den wichtigsten des Jahres und verdienen die Aufmerksamkeit der gesamten Physiologie.

Wir beginnen mit den dank einer kurzfristigen und eindeutigen Versuchsanstellung besonders durchsichtigen Befunden O. SCHMIDTS. Dieser arbeitet bei konstanter Temperatur mit Wasserkulturen von *Sanchezia nobilis*; verändert wird das eine Mal die Transpiration (durch verschiedene Luftfeuchtigkeit des die oberirdischen Teile umschließenden Versuchskastens) bei konstanter Beleuchtung des Sprosses (Wurzeln stets dunkel), das andere Mal die Beleuchtung bei konstanter Transpiration (die Konstanthaltung der Transpiration ermöglicht eine sinnreiche Vorrichtung, die die Luftfeuchtigkeit automatisch bis zur Erreichung der gewünschten Transpirationsrate verändert); untersucht wird die Nährsalzaufnahme während etwa 12 Stunden durch Analyse der Außenlösung mittels hochempfindlicher kolorimetrischer Methoden.

Als erstes wichtiges Ergebnis sei hervorgehoben, daß sich im Sinne der alten Lehrmeinung und im Widerspruch mit manchen neueren Arbeiten für die Aufnahme aller geprüften Kationen und Anionen eine starke Zunahme mit der Transpiration ergab¹. Vom Kalium abgesehen, für das eine Sättigungskurve festgestellt wurde, erfolgt der Anstieg sogar linear, wenn auch zum Teil nicht proportional, indem auch bei fehlender Wasserdurchströmung eine nicht unbeträchtliche Ionenaufnahme stattfindet (die Aufnahmekurve als Funktion der Transpiration schneidet also die y -Achse über dem Ursprung). Von K und NO_3 wird bei schwacher Transpiration ein beträchtliches Vielfaches der Außenkonzentration entsprechenden Menge aufgenommen, während für Ca und PO_4 die „relative Aufnahme“ im Sinne einer gehemmten Permeabilität erheblich unter 1 bleibt, unter gewissen Bedingungen sogar Ausscheidung erfolgen kann; am ehesten folgt die Aufnahme des Magnesiums der des Wassers. Man sieht also, daß es nicht angeht, von Nährsalzaufnahme schlechthin zu sprechen². Dieser Frage der Ionenelektion widmet COLLANDER eine

¹ In einer ähnlich gerichteten Untersuchung hat auch FREELAND bei vier verschiedenen Pflanzen bei Gleichheit der übrigen Faktoren in trockener Luft (bei doppelt so starker Transpiration) nicht nur wesentlich höhere Aschengehalte, sondern auch eine andere Mineralstoffverteilung (relativ mehr in den Blättern, weniger in den Achsen) gefunden als in Feuchtluftkultur.

² Daß die Nährsalze im allgemeinen reichlicher aufgenommen werden als das Wasser selbst, ergibt sich ja bereits in einfachster Weise aus der Konzentrationsabnahme der meisten Nährlösungen (PRAT); VAN DEN HONERT mißt dieser Verdünnung der Außenlösung für die Stoffaufnahme im Boden sogar besondere Be-

besondere Studie, indem er für 20 verschiedene Pflanzenarten mit Hilfe der LUNDEGÅRDH'schen Methode der quantitativen Spektralanalyse die Aufnahme der geläufigsten Kationen aus äquimolekularen Mischlösungen untersucht. Das für uns hier wichtigste Ergebnis ist, daß trotz gewisser gruppenweiser Unterschiede (unabhängig von der physiologischen Bedeutung werden K, Rb, Cs einerseits, Mg, Ca, Sr andererseits in ähnlichen Mengen aufgenommen, während Na auffällig und in artspezifisch verschiedenem Maße zurückbleibt) die *Aufnahmeunterschiede weit geringer sind, als man es von Permeabilitätsversuchen her gewohnt ist* (größter beobachteter Unterschied 1:40, meist aber viel weniger). Verfasser selbst bringt dieses verhältnismäßig geringe Wahlvermögen der Pflanzenwurzeln in Zusammenhang mit der Transpirationssaugung und denkt sogar an eine Aufnahme unter Umgehung der Protoplasten durch die Wände.

Steht somit die Bedeutung der Transpiration für die Nährsalzaufnahme außer Zweifel, so wird ihre Rolle doch dadurch eingeschränkt und zum Teil verdeckt, daß noch eine ganze Reihe weiterer Faktoren auf die Mineralstoffaufnahme Einfluß haben. SCHMIDT analysiert besonders den Einfluß der Sproßbelichtung (und somit wohl der Photosynthese) und stellt für K und Mg eine Förderung durch Belichtung, für NO_3 , PO_4 und Ca eigentümliche Minimumkurven fest (mit einem zum Teil bis zur Ausscheidung gehenden Aufnahmeminimum bei schwacher Belichtung). Schon vorher hat HOAGLAND (zum Teil auch schon LUNDEGÅRDH) unter bewußter Ausschaltung der Transpirationssaugung an abgeschnittenen Wurzelsystemen eine starke Abhängigkeit der Nährsalzaufnahme von der Atmungsintensität (enorme Steigerung in durchlüfteten Kulturen) festgestellt (vgl. auch Fortschr. 4, 204 und 5, 195). Sogar die äußere Verabreichung von Zucker (2%) in der Nährlösung erhöht die Mineralstoffaufnahme bedeutend. Der streng vitale Charakter dieser Vorgänge geht auch aus dem hohen Temperaturkoeffizienten und der Tatsache hervor, daß die Aufnahme gegen ein beträchtliches Konzentrationsgefälle erfolgt; auch die Schnelligkeit der Aufnahme beträgt ein Vielfaches der üblichen Permeabilitätswerte; sie ist am größten bei salzarmen und zuckerreichen („low salt roots“, wie sie z. B. nach Keimung in salzarmem Leitungswasser erzielt werden), am kleinsten in salzreichen und zuckerarmen Wurzeln („high salt roots“, z. B. Zwiebelwurzeln; PREVOT und STEWARD¹). An intakten Pflanzen überrascht auch die

deutung bei, weil durch sie das Lösungs- und Adsorptionsgleichgewicht gestört werde und neue Bodenteilchen zur Lösung gezwungen würden. Wie VAN DEN HONERT in Einklang mit älteren Angaben (STILES, OSTERHOUT) speziell für Phosphor erneut feststellt, hängt die *relative* Aufnahme auch stark von der Konzentration ab und steigt in verdünnten Lösungen.

¹ PREVOT und STEWARD haben durch getrennte Untersuchung einzelner Wurzelabschnitte wahrscheinlich gemacht, daß die stärkste Aufnahme in der Region des Streckungswachstums erfolgt.

Schnelligkeit, mit der die Salze bis in die Blätter transportiert werden. Auch zwischen Aufnahmeintensität und Wurzeldruck bestehen deutliche Beziehungen (HOAGLAND). Als Gesamtergebnis können wir somit formulieren, daß *die Nährsalzaufnahme in einem vor kurzem noch kaum geahnten Grad mit den übrigen Stoffwechselvorgängen verzahnt*, also weit mehr als nur ein Problem der Osmose- und Permeabilitätsforschung ist.

Einige weitere Befunde fügen sich gut in den bereits besprochenen Rahmen: So hat auch HOAGLAND neben den erwähnten Versuchen mit abgeschnittenen Wurzelsystemen Versuche mit intakten Gerstenpflanzen ausgeführt, wobei er zum Vergleich der Wasser- und Nährsalzaufnahme die Außenlösung nach 24 Stunden analysiert; auch er findet wie SCHMIDT für K und NO_3 eine starke Konzentrationsabnahme (also relativ verstärkte Aufnahme), für PO_4 , SO_4 , Ca und andeutungsweise auch Mg eine Konzentrationszunahme (schwächere Aufnahme als Wasser). VAN DEN HONERT vergleicht Transpiration und Phosphataufnahme des Zuckerrohrs und findet weitgehende Unabhängigkeit, indem die tagesperiodischen Schwankungen der Transpiration 800%, die der Phosphataufnahme dagegen nur 20% betragen und aus stark verdünnten Lösungen bis zum 500fachen der Äquivalentmenge aufgenommen wird.

Einen Schritt weiter versucht HUBER zu gehen, indem er die Elektrolytkonzentration des Transpirationsstromes selbst mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeit mißt. Solche Untersuchungen sind zur Ergänzung der vorerwähnten durchaus notwendig, da ja zwischen Außenlösung und Gefäßwasser das semipermeable Filter der lebenden Wurzelzellen und die eigentümlichen Korkstreifen der Endodermis liegen¹. Er findet beim Vergleich normal durchströmter und abgeschnittener Zweige bei ersteren eine ausgeprägte, der Transpiration gegenläufige Tagesperiode der Leitfähigkeit, d. h. bei schwächerer Transpiration bis zu 30% höhere Konzentrationen, was mit den Erfahrungen über Nährsalzaufnahme übereinstimmt². — Schließlich hat STEIN die Mineralstoffanhäufung in verschiedenen Kronenteilen der Buche und Fichte durch Blattanalysen

¹ Es brauchen daher keineswegs die gesamten aufgenommenen Mineralstoffe auch ins Gefäßwasser zu gelangen. So vertritt CURTIS auf Grund mannigfach variiert Ringelungsversuche, bei welchen er in geringelten Sprossen kleinere Mineralstoff- (vor allem Stickstoff-) Gehalte findet, die Ansicht, daß ein Großteil der Mineralstoffe bereits in der Wurzel organisch gebunden und im Siebteil weiterbefördert wird. Seinen Angaben widersprechen allerdings die gegenteiligen Befunde von CLEMENTS und MASON, MASKELL und PHILLIS, die über einer Ringelungsstelle im Laufe der Vegetationsperiode eine Vermehrung von Aschen- und N-Gehalt auf 100—200fache und beim Vergleich geringelter und nichtgeringelter Pflanzen keine erheblichen Unterschiede, bei Unterbrechung des Holzkörpers dagegen eine völlige Hemmung des Stickstoffaufstieges feststellten. Die gegenteiligen Befunde von CURTIS könnten auch durch eine im Gefolge der Ringelung auftretende und von ihm selbst zugegebene Transpirationshemmung bedingt sein. Über den ganzen Fragenkomplex unterrichtet ein eben erschienenenes Sammelreferat von MASON und PHILLIS (2).

² Hypothetisch hat Referent schon 1923 (Z. Bot. 15, 497) aus dem Vergleich von Transpiration und Aschengehalt bei *Sequoia*-Ästen wohl als erster geschlossen, „daß mit der gleichen Menge verbrauchten Wassers um so mehr Nährsalze aufgenommen werden, je geringer die Transpiration ist“.

verfolgt und festgestellt, daß die jahreszeitliche Zunahme (pro Blatt, Blattfläche und Zweigquerschnitt) in der lebensstätigeren Wipfelregion größer ist als in unteren Kronenteilen, wenn auch infolge Assimilatmangel der prozentuale Aschengehalt letzterer vielfach höher ist. Solche Untersuchungen haben nur orientierende Bedeutung, da die Mineralstoffauswanderung und -auswaschung (ARENS), die ein Mehrfaches der Anhäufung betragen dürften, nicht erfaßt werden.

4. Wasserabgabe. Die Mehrzahl der Transpirationsarbeiten des Jahres sind wieder vergleichend ökologisch gerichtet und bewegen sich im nunmehr bewährten Rahmen (Untersuchung der Wassergehalte, osmotischen Werte bzw. Saugkräfte einerseits, der Transpiration andererseits). Auch außerhalb Mitteleuropas sind zahlreiche solche Untersuchungen durchgeführt worden (MAGYAR, Ungarn, KOKINA, Karakum, PIONNIER, Algier, MES, Südafrika, WEAVER, USA. u. a.). Ihre Besprechung erfolgt im Abschnitt „Ökologische Pflanzengeographie“. Von allgemeinen Gesichtspunkten sei hervorgehoben, daß sich auf den verschiedensten Standorten neben verdunstungsproportional durchtranspirierenden Arten zur Transpirationseinschränkung neigende gefunden haben. Zu ersteren gehört auf den pannonischen Heidewiesen bei Wien der Tiefwurzler *Onosma Visianii* (HOFMANN, HÄRTEL), in der alpinen Vegetation vor allem die auf volle Ausnützung der kurzen Vegetationsperiode angewiesene Schneetälchenflora (BERGER-LANDEFELDT), zu letzteren die alpinen Geröllpflanzen und während der sommerlichen Trockenperiode die Mehrzahl der Heidewiesenpflanzen. Die Typen mit Transpirationseinschränkung haben nach BERGER-LANDEFELDT zugleich einen ausgeglicheneren Tagesgang von Wassergehalt und osmotischem Wert.

Während die meisten Transpirationsversuche der letzten Jahre mit abgeschnittenen Pflanzenteilen durchgeführt wurden, haben GÄUMANN und JAAG mit ganzen Topfpflanzen eine originelle Untersuchung über die *kutikuläre Transpiration bei verschiedener* (im Einzelversuch aber konstanter) *Temperatur und Luftfeuchtigkeit* vorgenommen, wobei recht klare, reproduzierbare Gesetzmäßigkeiten ermittelt werden konnten: die kutikuläre Transpiration steigt mit dem Sättigungsdefizit der Luft etwas weniger als linear (Exponent ca. 0,7), mit der Temperatur auch bei gleichem Sättigungsdefizit sehr stark an. Der kutikuläre Transpirationswiderstand ist für manche Versuchspflanzen ziemlich konstant (völlig reproduzierbare Werte), häufiger unterliegt er beim ersten Trockenversuch einer einmaligen und dann konstant bleibenden Erhöhung (irreversible Entquellung, „Abhärtung“), seltener einem unregelmäßigen Wechsel (reversible Quellungs- und Entquellungsvorgänge).

5. Wasserleitung. HUBER und SCHMIDT haben nunmehr die Ergebnisse ihrer thermoelektrischen Transpirationsstrommessungen der Jahre 1934 und 1935 ausführlich veröffentlicht. Die Untersuchung der räumlichen Geschwindigkeitsverteilung ergab, daß bei der überwiegenden Mehrzahl der Bäume die Geschwindigkeit spitzwärts und beim Übergang vom Stamm in den Ast und die Zweige abnimmt („Eichentyp“), während bei den geprüften Betulaceen und einigen anderen Holzarten die Geschwindigkeit in derselben Richtung zunimmt („Birkentyp“);

eine Konstanz der Geschwindigkeit im Sinne der LIONARDO-JACCARD-schen Theorie ist selten. Was den Tagesgang der Geschwindigkeit betrifft, so hat sich in größtem Umfang die Beobachtung BAUMGARTNERS bestätigt, daß die Strömung von der Krone her in Gang kommt und erst allmählich tiefere Teile erfaßt, in diesen aber auch am spätesten abklingt. Über die spezifischen Unterschiede (bei ringporigen Laubhölzern zehnmal höhere Geschwindigkeiten als bei zerstreutporigen) wurde bereits im Vorjahre berichtet¹. Mißlich ist, daß mit dem bisherigen Verfahren (4 cm Abstand zwischen Heizung und Thermoelement) die langsameren Geschwindigkeiten der Nadelhölzer nicht erfaßt werden konnten; es bedeutet daher einen wichtigen Fortschritt, daß es mit Hilfe eines Kompensationsverfahrens (Anbringen der Lötstellen des Thermoelements beiderseits der Heizung) gelang, noch näher an die Heizung heranzurücken und damit wesentlich langsamere Saftströme (bis 5 cm/h) der Messung zugänglich zu machen (HUBER). Ergebnisse des neuen Verfahrens sind noch nicht mitgeteilt worden.

Die Untersuchungen über die Wasserleitung in Bäumen sind von RIEDL in einer umfassenden Studie über „Bau und Leistungen des Wurzelholzes“ auf die unterirdischen Teile ausgedehnt worden. Alle geprüften Wurzeln zeichnen sich gegenüber dem Stammholz durch eine enorm (aufs Zehn- und Mehrfache) gesteigerte Wasserleitfähigkeit aus (bedingt u. a. durch eine hohe Porosität, die auch in kleinen Raumtrockengewichten zum Ausdruck kommt). Diese hohe Wasserleitfähigkeit stellt aber nur eine Kompensation für eine starke Abnahme der Leitflächen und eine entsprechende Steigerung der Durchströmungsgeschwindigkeiten dar, die sich in der Richtung nach den Wurzelspitzen immer mehr verschärft. Selbst in Nadelholzwurzeln sind thermoelektrisch Geschwindigkeiten bis zu 6 m/h gemessen worden²; nur bei ringporigen Laubhölzern kompensiert die Ausbreitung des Transpirationsstromes auf die ganze Querschnittsfläche der Wurzel gegenüber der Leitung im äußersten Jahrring des Stammes die Abnahme des Gesamtquerschnitts, so daß sich die Geschwindigkeiten auf ziemliche Strecke kaum ändern, in der Nähe des Wurzelanlaufs sogar ein Minimum aufweisen. Für den lockeren Bau des Wurzelholzes dürfte neben abweichender Ernährung (hohe Wassersättigung, wenig Assimilate) vor allem die geringere mechanische Beanspruchung maßgebend sein³.

¹ LIMING hat inzwischen für die ringporige Ulme auch bei künstlicher Filtration festgestellt, daß 92—99 % des Wassers durch den äußersten Jahrring treten.

² Für die Wurzel von *Vicia faba* hat BREWIG (1) aus Wasseraufnahme und Leitfläche eine Durchströmungsgeschwindigkeit von $\frac{1}{2}$ —8 m/h berechnet.

³ PRIESTLEY mißt der Wassersättigung eine besondere Bedeutung für die Gefäß-erweiterung zu (die weiten Frühjahrsgefäße der ringporigen Hölzer entstehen ja vor der Belaubung in einem Zustand höchster Wassersättigung, die engen Spät-holzgefäße in der Zeit des sommerlichen Hydraturminimums). Nach GOUWENTAK soll aber auch die Wuchsstoffkonzentration auf die Gefäßweite Einfluß haben.

TAMMES hat bei Untersuchungen über die Wasserleitung von Lianen auf Celebes leider nicht viel mehr als die Tatsache eines Unterdruckes in den Gefäßen festgestellt; bemerkenswert ist, daß Abschneiden an der Luft schon in einer Minute zu einer so vollständigen Luftblockade der Leitbahnen führt, daß die Saugung unter 1 % sinkt und zum Teil völlig still steht. — REHM und RIEDL haben mit dem Lehrsatz der ausschließlich organeigenen Gefäße aufgeräumt, indem sie durch Aufstieg von Tuscheemulsion bzw. Quecksilberfiltration von der Wurzel in den Sproß, von Haupt- in Seitenachsen, über Jahrestriebgrenzen und zum Teil sogar von der Achse in die Blätter durchlaufende Gefäße nachweisen konnten. Einen Überblick über die Methoden der Gefäßlängenmessung gibt HANDLEY: wegen Gefahr der Verstopfung empfiehlt er neben den Infiltrationsmethoden (Quecksilber, Emulsionen, Gas, Vakuuminfiltration mit geschmolzenem Wachs) nach wie vor mikroskopische Suche nach Gefäßenden in Mazerationspräparaten.

6. Assimilatleitung. Die einschlägigen Arbeiten stehen nach wie vor im Zeichen des Kampfes für und wider die MÜNCHSche Druckstromtheorie. Eine Entscheidung gegen MÜNCH würde vor allem der sichere Nachweis einer unabhängigen Wanderungsrate verschiedener Komponenten des Assimilatstromes oder gar die gleichzeitige Wanderung zweier Stoffe in entgegengesetzter Richtung in derselben Bahn bedeuten¹. Solche Möglichkeiten werden von manchen Autoren bereits aus biologischen Erwägungen heraus postuliert. Dagegen ist aber zu sagen, daß auch der Transpirationsstrom seine biologische Aufgabe erfüllt, obwohl er zweifellos nicht die Möglichkeit einer „individuellen“ Wanderungsrate oder gar einer nennenswerten Wanderung gegen den Strom bietet. Gerade der Transpirationsstrom lehrt, daß eine Auswahl auch erst bei der Entnahme aus den Leitungsbahnen erfolgen kann. Das Postulat, daß eine Leitungsbahn gleichzeitig für Stoffbewegungen in entgegengesetzter Richtung wegsam sein müsse, ist völlig neu und widerspricht allen bisherigen Erfahrungen über die Physiologie der Fernleitungsbahnen der Pflanzen und Tiere (einschließlich der tierischen Nerven, die bekanntlich gleichfalls getrennte sensorische und motorische Fasern aufweisen); die Erkenntnis, daß der „aufsteigende“ und „absteigende“ Saftstrom verschiedene Bahnen benützen, ist eine der frühesten Entdeckungen der Pflanzenphysiologie überhaupt.

Entscheidender als solche theoretische Überlegungen ist es aber, daß im Berichtsjahr tatsächlich einige sehr ernst zu nehmende Versuche mitgeteilt worden sind, welche für eine *Unabhängigkeit* vor allem der *Stickstoff- und Kohlehydratwanderung im Phloem* und die Möglichkeit, daß beide Wanderungen zeitweilig sogar in entgegengesetzter Richtung verlaufen, sprechen. Wir übergehen die aus quantitativen Betrachtungen mehrfach gewonnenen Anhaltspunkte für eine verschiedene Wanderungs-

¹ Ein durch FREY-WYSSLING längst erledigter Einwand, der in neuesten Arbeiten unnötig wieder auflebt, ist die Stoffauswanderung aus welchen Geweben: maßgebend für die Auswanderung ist nach der MÜNCHSchen Theorie die Differenz der osmotischen Werte und nicht die der Turgordrucke (vgl. Fortschr. Bot. 2, 155, Anm. 1).

rate und besprechen gleich die entscheidenderen Beweise für eine entgegengesetzte Wanderungsrichtung.

Eine solche entgegengesetzte Wanderung würde bereits vorliegen, wenn sich die Angaben von CURTIS bestätigen würden, daß der Aufstieg der Nährsalze überwiegend nicht mit dem Transpirationsstrom, sondern in der Rinde erfolgt. Da aber diese Angaben der Nachprüfung nicht standhielten (s. oben S. 157 Anm. 1), sich im Gegenteil *normalerweise keinerlei Anhaltspunkte für eine entgegengesetzte Transportrichtung in der Rinde* gewinnen ließen¹, versuchten MASON, MASKELL und PHILLIS, PHILLIS und MASON sowie FISCHER eine solche entgegengesetzte Wanderung experimentell zu erzwingen, wobei sie nach einigen Fehlschlägen Erfolg hatten.

PHILLIS und MASON gingen so vor, daß sie Wasserkulturen der Baumwollpflanze zu einem bestimmten Zeitpunkt in stickstofffreie Hungerlösung versetzten; diese Maßnahme bewirkte zusammen mit einer Verdunkelung der unteren Blätter eine starke Auswanderung von Stickstoff aus den verdunkelten unteren nach den belichteten oberen Blättern². Trotzdem erfolgte gleichzeitig eine gewisse Abwanderung von Kohlehydraten im umgekehrten Sinn (Trockensubstanzzunahme der verdunkelten Blätter). Ringelungsversuche stellten dabei sicher, daß beide entgegengesetzte Stoffbewegungen im wesentlichen in der Rinde vor sich gingen und daß insbesondere der Stickstoff nicht etwa auf dem Umweg über die Wurzel (abwärts in der Rinde, von der Wurzel aufwärts im Holz) nach den oberen Blättern gelangt. FISCHER ging bei verschiedenen anderen Pflanzen prinzipiell ähnlich vor und beobachtete nach Dunkelkultur bei anschließender partieller Belichtung gleichfalls eine Stickstoffauswanderung bei gleichzeitiger Trockensubstanzzunahme der Dunkelblätter. Ein Vorzug der Arbeit FISCHERS ist, daß er wie SCHUMACHER die Wanderungsraten für jedes einzelne Blatt mikroanalytisch bestimmt (Probestücke bei Beginn und Ende des Versuches) und auf diese Weise kürzere Versuchszeiten (ca. 8—12 Stunden) erzielt, während die englischen Autoren Mittelwerte von zehn und mehr Pflanzen statistisch verarbeiten.

Es kann demnach als bewiesen gelten, daß *Stickstoff und Kohlehydrate unter Umständen wenigstens auf kurze Strecken gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung durch die Rinde wandern können*. „Gleichzeitig“ bedeutet dabei „innerhalb der Versuchsdauer“, welche gegenüber früheren Versuchen (LOOMIS) von PHILLIS und MASON immerhin auf wenige Tage, von FISCHER sogar auf Stunden verkürzt werden konnte. In Anbetracht der Erfahrungen SCHUMACHERS über rätselhafte „Umschaltungen“ beim Fluoreszeintransport in den Siebröhren (bald wurzel-

¹ Selbstverständlich erfolgt auch die Versorgung von Knospen, Blüten, Früchten einerseits, von Wurzeln und Kambien andererseits divergierend, wir haben aber vorläufig keinen Anhaltspunkt dafür, daß sich diese Stofftransporte überschneiden. Die strittige Frage der Transportbahnen bei der Frühjahrsmobilisierung (Holz oder Rinde?) soll in einem späteren Bericht behandelt werden (vgl. CURTIS, LOOMIS, RIEDL).

² Nach BOTH genügt bei *Impatiens* bereits das Einbringen eines Teils der Blätter in feuchte Kammern, um eine Stickstoffverschiebung durchs Phloem von den „feuchten“ nach den „trockenen“ Blättern zu erzielen.

wärts, bald knospenwärts) ist es immerhin nicht ganz ausgeschlossen, daß die Bahnen innerhalb des erwähnten Zeitraumes *nacheinander* für beide Transporte benützt worden sind; außerdem liegt die Benützung getrennter Transportbahnen für einen entgegengesetzten Stickstoff- und Kohlehydrattransport nach wie vor im Bereich der Möglichkeit; sind doch solche getrennte Rindenbahnen noch vor kurzem allgemein angenommen worden, bis SCHUMACHERS entscheidende Versuche zeigten, daß sowohl der Transport der Kohlehydrate wie der des organischen Stickstoffs durch die Siebröhren erfolgt. Man wird daher vorläufig alle drei Deutungsmöglichkeiten der bedeutsamen Befunde von PHILLIS und MASON und FISCHER im Auge behalten und weiter prüfen müssen.

In der MÜNCH'schen Theorie spielen die Siebröhren als Bahnen für die Druckströmung eine rein passive Rolle. Es kommt daher bei der Prüfung der Theorie auch allen jenen Versuchen eine besondere Bedeutung zu, die für eine aktive Beteiligung der Wanderbahnen, eine Hemmung der Wanderung durch örtliche Abkühlung, Sauerstoffentzug oder Narkose sprechen. Allerdings lassen auch solche Versuche meist noch die Deutung zu, daß der empfindliche Apparat der lebenden Siebröhren durch solche Eingriffe geschädigt und durch Koagulationen eine an sich passive Strömung blockiert wird¹. Ähnliche Eingriffe stören ja vielfach sogar den Transpirationsstrom, eine Tatsache, die erst im Berichtsjahr wieder fälschlich gegen die Kohäsionstheorie ins Feld geführt wurde (PIERCE). Zu einer solchen Deutung paßt es, daß die Befunde vorläufig recht uneinheitlich und widersprechend lauten: so haben CURTIS und HERTY die früheren Versuche von CURTIS wiederholt und bei örtlicher Abkühlung der Blattstiele von *Phaseolus* auf 0,5—4,5° einen nur wenig schwächeren Abtransport von Kohlehydraten festgestellt als bei 7—11° bzw. 17—24°; bei Abkühlung ganzer Pflanzen trat überhaupt keine merkliche Kohlehydratstauung in den Blättern auf. FISCHER konnte in zahlreichen Versuchen ähnlich wie einst SCHUMACHER weder durch Narkose noch durch Sauerstoffentzug (Stickoxydul-, bzw. Stickstoff-Atmosphäre) die Stoffauswanderung aus verdunkelten Blättern hemmen. Dagegen haben MASON und PHILLIS (1) durch eine Ölisolierung der vom Holzkörper abgelösten Rinde vorübergehend eine vollständige Sistierung des Stofftransportes erreicht, während Wachsanstriche und Gummibinden nicht zum Ziele führten; vom dritten Tag an kamen allerdings die Stoffbewegungen wieder in Gang (Sauerstoffzutritt?). Besonderen Wert legen die Verfasser auf die Feststellung,

¹ Auf solchen Verstopfungen bzw. einem Kollabieren der angeschnittenen Siebröhren dürfte es auch beruhen, daß aus abgeschnittenen, in Wasser stehenden Blättern trotz des steilen osmotischen Gefälles verhältnismäßig geringe Stoffmengen auswandern; immerhin hat FISCHER in sorgfältigen Versuchen im Gegensatz zu CURTIS eine deutliche Auswanderung festgestellt; ein Großteil der Wanderstoffe bleibt allerdings im Blattstiel.

daß in gewissen Versuchen eine doppelt so lange Isolierungsstrecke eine annähernd geometrisch stärkere Transporthemmung zur Folge hat (Transportraten z. B. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ oder 0,60, 0,36 gegenüber normal), was ihnen besonders für eine aktive Mitwirkung der Leitbahnen zu sprechen scheint (aber auch die Wahrscheinlichkeit einer mechanischen Blockade muß mit der Länge der Strecke zunehmen). Bemerkenswert ist auch, daß die vorhandenen Sauerstoffmengen immer noch für eine Plasmaströmung in der Rinde ausreichen, so daß deren Intensität keinesfalls der Transportrate parallel geht.

Die von MÜNCH postulierte *Wasserausscheidung* an den Endpunkten des Assimilatstromes konnte von MASON, MASKELL und PHILLIS bei der Baumwollstaude nicht festgestellt werden, während sie MOLOTKOWSKY für Rindenstreifen von *Tilia*, *Juglans* und *Acer* bestätigt.

Die Verteilung der osmotischen Werte in der Pflanze ist im Hinblick auf die MÜNCH'sche Theorie schon vor längerer Zeit von MÜNCHS Schüler PFEIFFER (vor allem bei Roteiche) studiert worden, der sein Beobachtungsmaterial nunmehr ausführlich mitteilt. Im Gegensatz zu CURTIS und SCOFIELD, deren durch Kryoskopie lebender Gewebe gewonnene Zahlen bereits im Vorjahr durch WALTER und WEISMANN mit Recht angefochten wurden, findet PFEIFFER sowohl nach den wachsenden Trieben und Früchten¹ als auch nach der Basis der Baumstämme das erwartete osmotische Gefälle. Der einzige sich nicht ohne weiteres mit der MÜNCH'schen Theorie vereinbarende Befund ist, daß *die Konzentration der Siebröhrensäfte zweifellos höher ist als der Mittelwert der Blattpreßsäfte*; Verfasser versucht auch in diesem Falle auf Grund ergänzender plasmolytischer Messungen wenigstens von den Palisaden ein Gefälle nach den Siebröhren im Sinne der Theorie wahrscheinlich zu machen, doch wird man nach früheren Befunden von PHILLIS und MASON (1933) erstlich mit der Möglichkeit zu rechnen haben, daß der Siebröhrensafte an seinem Ursprung durch eine Drüsentätigkeit der Parenchymscheide auf eine höhere Konzentration gebracht wird, als sie im übrigen Blatt herrscht. In den Siebröhren selbst nimmt dann die Konzentration recht gleichmäßig um etwa 0,3 Atmosphären pro Meter ab, so daß an der Basis höherer Bäume abgezapfter Siebröhrensafte kleinere Konzentrationen enthält als der aus niedrigeren Exemplaren. Wenn somit auch die Verteilung der osmotischen Werte im großen und ganzen mit der MÜNCH'schen Theorie übereinstimmt, so bedeutet doch diese Feststellung, wie auch FISCHER mit Recht betont, noch keinen eigentlichen Beweis für sie, da ein Konzentrationsgefälle nach den Stätten des Verbrauchs auch aus anderen Gründen zu erwarten ist; allerdings fordern die übrigen Theorien (Aktivierungstheorie MASONS, Adsorptionstheorie VAN DEN

¹ Für das osmotische Gefälle von den Blättern nach den wachsenden Früchten gibt auch CHU zahlreiche Belege.

HONERTS, Plasmaströmungstheorie von CURTIS) meist nur ein Partialgefälle des wandernden Stoffes, während nach der MÜNCHSchen Theorie ein einzelner Stoff sogar entgegen seinem Partialgefälle im Sinne des osmotischen Gesamtgefälles befördert werden müßte.

Am stärksten für MÜNCH scheint mir im Berichtsjahr eine neue Untersuchung von CRAFTS über den Ausfluß von Siebröhrensaft bei *Cucurbita* zu sprechen: Um einen länger anhaltenden Saftausfluß zu erzielen, schneidet er die Kürbissprosse nicht von der Basis, sondern der Spitze her an, so daß der Saft aus der apikalen Schnittfläche tritt¹ und der bewurzelte Sproß selbst frisch bleibt. Da der Siebröhrensaft an der Luft (bei Erhitzung auch innerhalb der Pflanze) rasch gerinnt, wurde alle zwei Minuten von der Schnittfläche ein weiterer Millimeter abgetragen. Unter diesen Umständen hielt der Nachfluß aus den Siebröhren mit Stundengeschwindigkeiten von 8—18 cm durch 24 Stunden unvermindert an. Für dieses Objekt dürfte demnach wenigstens nach dem Anschneiden das Vorkommen einer echten Druckströmung und die Wegsamkeit des Siebröhrensystems für eine solche außer Zweifel stehen; für die intakte Pflanze ist allerdings der Nachweis einer Druckströmung noch in keinem Fall erbracht.

Schließlich verdient eine neue Untersuchung von SCHUMACHER über die Ausbreitung des Fluoreszeins im Kürbishaar Beachtung². Die relative Langsamkeit der Ausbreitung bei diesem Objekt ermöglicht die Beobachtung wichtiger Einzelheiten, die wenigstens zum Teil auch für die Wanderung in den Siebröhren gelten dürften. Neben vitalen Eigentümlichkeiten wie der streng polaren Wanderung (nur spitzwärts) und dem unregelmäßigen Stillstand an Zellgrenzen finden sich die für Diffusionsvorgänge typischen Gesetzmäßigkeiten: Wanderung mit und proportional dem Konzentrationsgefälle, Beschleunigung durch Wärme, Ausbreitung proportional der Wurzel aus der Zeit. An diese letzte Feststellung knüpft MÜNCH in einem Referat die wichtige Bemerkung, daß eine solche Bewegungsmechanik wie alle diffusionsähnlichen Ausbreitungsvorgänge für einen Ferntransport nicht in Betracht kommen; müßte dann doch in einem hundert Meter hohen Baum der erste Dezi-

¹ Der Siebröhrensaft ist dabei durch mikroskopische Kontrolle sowie durch seine Konzentration (2—8 %) und Reaktion (p_H 7,3, stark gepuffert) leicht von allfälligen Blutungssäften aus den Gefäßen (ca. 0,1 %, p_H 5,5, kaum gepuffert) zu unterscheiden. Durch Trockenkultur konnte, von den frühen Morgenstunden abgesehen, Blutung verhindert werden.

² OUDMAN teilt einige Versuche über die Aufnahme von Fluoreszein in *Drosera*-Tentakel mit: er bestätigt besonders auf Grund von Plasmolyseversuchen die ausschließliche Wanderung im Plasma (nicht etwa in der Zellwand), betont aber, daß beim selben Objekt andere Stoffe (z. B. Koffein) auch durch die Vakuole wandern; die Wanderbahnen können demnach von Stoff zu Stoff verschieden sein; Hand in Hand damit ergeben sich Unterschiede in Geschwindigkeit und Beeinflussbarkeit der Wanderung (z. B. durch Temperatur, Narkose).

meter im millionsten Teil der Zeit (z. B. 10 Sekunden gegen 100 Tage) durchlaufen werden. Das stark verdünnte Fluoreszein scheint demnach trotz seiner bemerkenswerten Wanderfähigkeit im Phloem kein zutreffender Weiser für die Assimilatwanderung zu sein. Überhaupt werden Theorien und Experimente zur Frage der Assimilatleitung ihre Tragweite mehr als bisher an den Transportleistungen der Bäume messen müssen. Wir haben es bei der Erforschung des Transpirationsstromes erlebt, daß verschiedene für krautige Pflanzen an sich ausreichende Erklärungsmöglichkeiten versagten und erst die bewußt auf die Transportstrecken der Bäume abgestellte Kohäsionstheorie die endgültige Klärung brachte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Erforschung der Assimilatströme ähnliche Wege geht: Wie die Siebröhren vor genau hundert Jahren durch TH. HARTIG bei Bäumen entdeckt worden sind, so wird nach meiner Überzeugung die Entscheidung über ihre Leistungen nur einer Hypothese gelingen, die den gewaltigen Transportstrecken und Transportleistungen der Bäume Rechnung trägt!

Literatur.

- BENNET-CLARK, T. A., A. D. GREENWOOD u. J. W. BARKER: *New Phytologist* **35**, 277 (1936). — BERGER-LANDEFELDT, U.: *Biblioth. Bot.* **1936**, Heft 115. — BOTH, M. P.: *Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam* **39**, 531 (1936). — BREWIG, A.: (1) *Jb. Bot.* **82**, 803 (1936). — (2) *Ber. dtsh. bot. Ges.* **54**, 80 (1936). — BUHMANN, A.: *Protoplasma (Berl.)* **27**, 114 (1936).
 CHU, CH.-R.: *Flora (Jena)* **130**, 384 (1936). — COLLANDER, R.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* **55**, 74 (1937). — CRAFTS, A. S.: *Plant Physiol.* **11**, 63 (1936). — CURTIS, O. F.: *The translocation of solutes in plants.* New York 1935. — CURTIS, O. F., u. S. D. HERTY: *Amer. J. Bot.* **23**, 528 (1936).
 FISCHER, H.: *Z. Bot.* **30**, 449 (1936). — FREELAND, R. O.: *Amer. J. Bot.* **23**, 355 (1936).
 GÄUMANN, E., u. O. JAAG: *Ber. schweiz. bot. Ges.* **45**, 411 (1936). — GOUWENTAK, C. A.: *Meded. Landbouwhoogeschool, Wageningen, Teil 40*, 1936, Abh. 3.
 HÄRTEL, O.: *Jb. Bot.* **83**, 1 (1936). — HANDLEY, W. R. C.: *New Phytologist* **35**, 456 (1936). — HARTIG, TH.: *Jb. Fortschr. Forstwiss.* **1**, 125 (1837). — HOAGLAND, D. R.: (1) *Essays in Geobotany in Honor of W. A. SETCHELL*, S. 219. 1936. — HOAGLAND, D. R., u. T. C. BROYER: *Plant Physiol.* **11**, 471 (1936). — HOFMANN, K.: *Bot. Zbl., Abt. A* **55** (Beih.), 212 (1936). — HUBER, B.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* **54**, 369 (1936). — HUBER, B., u. E. SCHMIDT: *Tharandter forstl. Jb.* **87**, 369 (1936). — KOKINA, S., Sonderdruck ohne Quellenangabe.
 LIMING, F. E.: *Abstracts of Doktors' Dissert.* Ohio State Univ., Nr 18. 1936. — LOOMIS, W. C.: *Ann. of Bot.* **49**, 247 (1935). — LUNDEGÅRDH, H.: (1) *Proc. 6. Internat. Bot. Congr.* **2**, 278 (1935). — (2) *Biochem. Z.* **290**, 104 (1937).
 MAGYAR, P.: *Erdészeti Kísérletek* **38**, 115 (1936). — MASON, T. G., E. J. MASSELL u. E. PHILLIS: *Ann. of Bot.* **50**, 23 (1936). — MASON, T. G., u. E. PHILLIS: (1) *Ebenda* **50**, 161, 436, 455 (1936). — (2) *Bot. Review* **3**, 47 (1937). — MES, M. G., u. K. M. AYMER-AINSLIE: *South Afric. J. Sci.* **32**, 280 (1935). — MOLOTKOWSKY, G. CH.: *J. Bot. USSR.* **19**, 225 (1934). — MONTEMARTINI, L.: *Lavori Istit. Bot. Palermo* **7**, 1 (1936). — MOSEBACH, G.: *Beitr. Biol. Pflanz.* **24**, 113 (1936). — MÜNCH, E.: *Z. Bot.* **30**, 63 (1936).
 OUDMAN, J.: *Rec. Trav. bot. néerl.* **33**, 351 (1936).

- PFEIFFER, M.: Flora (Jena) **131** (1937) (im Druck). — PHILLIS, E., u. T. G. MASON: Ann. of Bot. **50**, 679 (1936). — PIERCE, G. J., Am. J. Bot. **23**, 159 (1936). — PIONNIER, H.: Dissert., Univ. Alger, Nr 1. 1937. — PRAT, S.: Biochem. Z. **136**, 366 (1923). — PREVOT, P., u. F. C. STEWARD: Plant Physiol. **11**, 509 (1936). — PRIESTLEY, J. H.: Forestry **9**, 84 (1935). — PRIESTLEY, J. H., u. L. SCOTT: Proc. Leeds phil. Soc. **3**, 235 (1936).
- REHM, O.: (1) Planta (Berl.) **23**, 415 (1935). — (2) Ebenda **26**, 255 (1936). — RIEDL, H.: Jb. Bot. **85**, 1 (1937). — RUGE, U.: Z. Bot. **31**, 1 (1937).
- SCHMIDT, O.: Z. Bot. **30**, 289 (1936). — SCHOCH-BODMER, H.: (1) Ber. schweiz. bot. Ges. **45**, 62 (1936). — (2) Planta (Berl.) **25**, 660 (1936). — (3) Protoplasma (Berl.) **25**, 337 (1936). — SCHUMACHER, W.: Jb. Bot. **82**, 507 (1936). — SIMONIS, W.: Ebenda **83**, 191 (1936). — SPERLICH, A., u. A. HAMPEL: Ebenda **83**, 406 (1936). — STEIN, P.: Diplomarbeit, Tharandt 1937 (ungedruckt).
- TAMMES, P. M. L.: Ann. Jard. bot. Buitenzorg **48**, 1 (1937). — TONZIG, S.: (1) Atti Istit. Veneto di Sci. **94**, 697 (1934/35); **95**, 7, 275 (1935/36). — (2) Ann. di Bot. **21**, 1 (1935/36).
- VAN DEN HONERT, T. H.: Proefstation Java-Suikerindustrie Pasoeroean 1933, S. 7.
- WALTER, H.: (1) Ber. dtsh. bot. Ges. **54**, 39 (1936). — (2) Jb. Bot. **84**, 58 (1936). — WEAVER, J. E., u. F. W. ALBERTSON: Ecology **17**, 567 (1936).

10. Mineralstoffwechsel.

Von **KARL PIRSCHLE**, Berlin-Dahlem.

Über **Kalium** und seine stoffwechselphysiologische Bedeutung¹ ist wieder eine ganze Anzahl von Arbeiten erschienen, ohne daß wesentlich neue Gesichtspunkte aufgezeigt würden, doch erfahren manche der früher besprochenen Anschauungen (vgl. Fortschr. Bot. 2, 159; 3, 105; 4, 190; 5, 184) in einzelnen Punkten eine Bestätigung. Ein **Einfluß von K auf den Kohlehydratstoffwechsel** ist zweifellos vorhanden und auch oft genug behauptet worden, nur läßt er sich hinsichtlich des zugrunde liegenden Mechanismus noch kaum näher präzisieren.

So halten **JAMES u. CATTLE** in Weiterführung ihrer Versuche an Bohnen (vgl. Fortschr. Bot. 4, 192) daran fest, daß KCl einen wesentlichen Einfluß auf die *Diastasetätigkeit* hat. Zwar erwies sich in verschiedenen alten Blättern die Verteilung der K- und Cl-Ionen und der Diastase unabhängig voneinander, auch aktiviert K in *Enzymextrakten* nicht den Stärkeabbau; Cl wiederum zeigt (in Extrakten) eine solche Steigerung, nicht aber in den Blättern selbst. Sie stellen sich daher vor "the chloride ion may act as a direct activator of preformed diastase, potassium is more likely to act as a catalyst at some stage in the building up of the diastase complex". In Kolloidfällungen von Pflanzenextrakten, die Diastase enthalten und Stärke abbauen, war kein K nachweisbar, es kann also nicht im Diastasemolekül oder -komplex enthalten und deshalb nötig sein. Andererseits deutet die erwähnte unabhängige Verteilung von K und Cl in der Pflanze darauf hin, daß K nicht als „Vehikel“ für das eigentlich aktivierende Cl angesprochen werden kann. **WATSON** untersucht die — kleinen, aber regelmäßigen — tagesperiodischen Schwankungen der Kohlehydrate in Kartoffelblättern und findet keinen Einfluß erhöhter KCl-Gaben auf den Gehalt an Stärke und reduzierenden Zuckern, auch die Kohlehydratwanderung während der Nacht wurde durch KCl nicht beeinflußt, allenfalls die Trockengewichtabnahme (in der Hauptsache wohl Stärkeabbau) erhöht, ebenso die Photosynthese in späteren Tagesstunden (die Erniedrigung in den Morgenstunden wird auf geschlossene Spaltöffnungen zurückgeführt). **CHOKKANNA** findet in Sandkulturen von *Sorghum saccharatum*:

mit 198 mÄqu. K	15,6 %	Saccharose	3,6 %	red. Zucker	19,2 %	Gesamtzucker
„ 50 „ „	11,5 %	„	6,5 %	„ „	18,0 %	„

Es wird vermutet, daß die höhere K-Gabe den p_H des Zellsaftes nach der alkalischen Seite verschiebt und so die Inversion des Rohrzuckers herabsetzt. Aus Düngungsversuchen von **WIMMER**, **LÜDECKE**, **UNVERDORBEN**, **GRIMM** u. **STORCK** mit ver-

¹ Vgl. auch das Sammelreferat von **MAIWALD** u. **FRANK** (speziell hinsichtlich Bedeutung für die Photosynthese) sowie die zusammenfassende Darstellung von **SCHMALFUSS** (1), ferner einen kurzen Bericht von **SCHMALFUSS** (2) über die Rolle der klassischen Elemente. Über den Gehalt der Pflanzen an Mineralstoffen unterrichten von **BORESCH** (Tab. biol.) bearbeitete Tabellen.

schiedenen Gerstensorten sei nur hervorgehoben, daß sie mit steigender K-Düngung nicht nur erhöhte Körnerernte finden, sondern auch prozentual gesteigerten Stärkegehalt der Körner. Gleichfalls mit Gerste, doch in Sandkulturen, führen GREGORY u. BAPTISTE Mangelversuche durch bei K-, P- und N-Mangel (1/10 der Norm). Die (in den beiden Versuchsjahren zum Teil recht erheblich differierenden) Abweichungen des Gehalts der Blätter an Gesamtzuckern und reduzierend. Zuckern drücken sich in folgenden Prozentzahlen gegenüber den normal ernährten Pflanzen aus:

	K-Mangel		P-Mangel		N-Mangel	
Gesamtzucker	-43,	-30	+17,	+3	+34,	+43
Reduzierende Zucker . .	-26,	-13	+7,	+58	-11,	+26

Vergleicht man die Mangelreihen gegeneinander, so ergeben sich folgende Unterschiede, wieder in Prozenten:

	N- gegen K-Mangel		P- gegen K-Mangel		N- gegen P-Mangel	
Gesamtzucker	+58,	+52	+32,	+37	+38,	+32
Reduzierende Zucker . .	+17,	+31	+30,	+45	-20,	-25

Das Verhältnis Saccharose/reduzierende Zucker erscheint also sehr hoch bei N-, sehr niedrig bei K-, mittel bei P-Mangel. Knapp zusammengefaßt, ließen sich die Erörterungen der genannten Autoren wie folgt festlegen:

	Zuckergehalt	Assimilation	Atmung	Eiweißsynthese	Meristemtätigkeit
bei N-Mangel	hoch	hoch	niedrig	niedrig	gering
„ P- „	niedrig	weniger hoch	niedriger	niedriger	geringer
„ K- „	sehr niedrig	sehr niedrig	sehr hoch	beträchtlich	sehr hoch

In Versuchen an *Lemna minor* findet WHITE (1) bei K-Mangel: hohen Stärkegehalt; hohes Trockengewicht je Fläche; niedrige Assimilationsrate; Enzymextrakte zeigen geringere Fähigkeit zum Hydrolysieren; bei K-Entzug steigt das Verhältnis Trockengewicht zu Fläche rasch an, bei neuerlichen K-Gaben rapider Abfall; die Flächenänderung bei verschiedenen K-Gaben geht umgekehrt proportional dem Trockengewicht je Fläche, das Flächengewicht selbst wird durch K nur wenig verändert. Die Bedeutung des K für den Kohlehydratstoffwechsel wird gesehen in seinem *Einfluß auf das Stärke/Zucker-Gleichgewicht durch Aktivierung der amylolytischen Fermente*. Nun wurden aber bei N-Mangel ganz analoge Erscheinungen beobachtet (WHITE [2]), nämlich: hohes Trockengewicht je Fläche, das bei N-Gabe wieder rasch abnimmt; hohe Assimilationsrate und hoher Stärkegehalt; niedrige Atmung (die bei N-Gabe rasch, bis zum Fünffachen, zunimmt, wobei Stärke verschwindet); niedriger Eiweiß- und Chlorophyllgehalt; niedrige Amylasetätigkeit. Die Kohlehydrat- (Stärke-) Anhäufung bei N-Mangel wird erklärt durch die geringe Wachstums- und Teilungsrate, so daß wenig Kohlehydrate zum Aufbau neuer Substanz verbraucht werden. Auf die Ähnlichkeit der Erscheinungen (außer der Assimilationswerte) bei K- und N-Mangel wird ausdrücklich hingewiesen, womit verschiedene dem K zugeschriebene Einflüsse für dieses zumindest *nicht spezifisch* sein können.

Überblickt man diese und ähnliche Befunde samt ihren Widersprüchen, die sich bei einer Rückschau über mehrere Jahre noch erheblich vermehren ließen, so erscheinen *direkte Beziehungen zwischen K und Kohlehydratstoffwechsel* noch ganz unzureichend begründet. Und man versteht, daß SCHMALFUSS (1, S. 64) abschließend schreibt: „Die Wirkung des Kalis auf die Vorgänge des Eiweiß- und Kohlehydratstoffwechsels ist nur mittelbar. Die vorliegenden Forschungsergebnisse . . . sprechen weder für eine unmittelbare Beteiligung an den Vorgängen

der C-Assimilation noch am Eiweißstoffwechsel; sie sprechen vielmehr in beiden Fällen ausdrücklich dagegen. Die primäre Bedeutung des Kaliums im Lebensprozeß der Pflanze ist in der Kolloidaktivität des K-Ions zu suchen . . .“

Nach dieser Auffassung müßten am klarsten Beziehungen hervortreten zur **Protoplasmatik und Osmotik der Zelle** sowie davon unmittelbar abhängigen Erscheinungen, wie **Transpiration** u. dgl. So findet auch ARLAND den *Wasserverbrauch von Gerste* im Freiland sehr abhängig vom K-Gehalt des Bodens. Ist dieser gering, so verringert steigende K-Düngung die Transpiration, wirkt also wassersparend; ist K bereits reichlich vorhanden, bleiben weitere zusätzliche Gaben wirkungslos. Natürlich ist nicht nur K maßgebend. Je salzärmer ein Boden überhaupt ist, desto stärker wirkt sich eine K-Gabe aus. Ferner läßt sich eine Herabsetzung der Transpiration nur in mittelfeuchten bis feuchten Böden erzielen, in sehr feuchten führt K geradezu zu einer Wasservergeudung. Durch Beidüngung von N und P kann die *wassersparende Wirkung* noch erhöht werden. Günstigen Einfluß von K auf den Wasserhaushalt beschreibt auch JAENICHEN. Wenn mit K-Mangel höherer N-Gehalt der Pflanzen in Zusammenhang gebracht wurde, so gilt das nur scheinbar — bei Bezugnahme auf Frischgewicht; bei anderen Bezugsgrößen ist keinerlei Beeinflussung des N-Haushaltes durch K nachweisbar. Nach PENSTON gehen die tagesperiodischen Schwankungen von K in Kartoffelblättern nicht durchaus parallel mit Wassergehalt, Trockensubstanz und Asche, doch haben alle in den frühen Nachmittagsstunden ein Maximum, vorher (zu Mittag) ein Minimum; ein zweites kleineres Maximum erscheint am Vormittag. Das mit dem Transpirationsstrom aufgenommene K wandert zum Teil durch das Phloem wieder ab, bei niedriger Transpiration erscheinen Aufnahme und Wanderung des K stark gehemmt. Die Speicherung von K in den Blättern wird nicht nur von der Wasserbewegung, sondern auch von (energieliefernden) Stoffwechselfvorgängen abhängig gemacht, wie sie neuerdings viel diskutiert werden (vgl. Abschnitt „Elektrolytaufnahme“). Man kann nur zustimmen, daß es immer mißlich bleibt, wenn nicht sogar bedenklich ist, aus analytisch-statistischen Querschnitten durch solche an sich komplizierte und mit anderen aufs engste korrelierten Vorgänge Schlüsse auf die Dynamik ziehen zu wollen. Solange nicht die experimentellen Tatsachen sauber herausgeschält und die endlosen Widersprüche beseitigt sind, führen Erörterungen über kausale Zusammenhänge nur zu leicht zu einer Häufung von ad hoc eben passenden, aber noch durchaus anfechtbaren — obwohl einer exakten Prüfung zugänglichen — Hypothesen. So bringt SNOW die *Transpirationsabnahme* von Sonnenblume, Tabak und Bohne nach Übertragen in K-freie Nährlösung (stärkste Ausschläge bei Tag während intensivster Beleuchtung und höchster Temperatur) in Zusammenhang damit, daß (nach anderen Autoren wie

BARTHOLOMEW, HAAS, REED u. a.) bei K-Mangel mehr Ca, N und P aufgenommen wird und die Bedeutung des P (nach UDOLSKAYA) hauptsächlich in einer Erhöhung der „wasserhaltenden Kraft des Plasmas“ besteht; also würde sich K-Mangel über erhöhte P-Aufnahme auf die Plasmakolloide und weiterhin auf die Wasserabgabe auswirken. In Bestätigung von HARTT läßt sich hierbei K durch Na nicht ersetzen, mit Na — statt K — gehen die Kurven der Kontrolle fast identisch.

Befriedigender rundet sich das Bild hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen **K und Resistenzerscheinungen** ab. FUCHS (1) erklärt nach Versuchen an Preßsäften von Weizen die durch K bewirkte Erhöhung der *Kälteresistenz und Dürrefestigkeit* so, daß das Hydratationsmaximum, die wasserhaltende Kraft der Kolloide, erhöht wird¹; es bedarf also höherer wasserentziehender Kräfte, um die Zellkolloide durch Entwässerung oder Koagulation zu schädigen. Bei Winterschäden wirken Temperatur- und Dürreeinflüsse zusammen, K wirkt günstig auf die Widerstandskraft gegen beide Komponenten. Damit kommt FUCHS zu derselben Auffassung wie SERGEJEV u. LEBEDEV, nach denen Frost-, Salz- und Dürresistenz „einen Komplex eng miteinander verknüpfter Resistenzen“ darstellen und man schlechthin von „physiologischer Resistenz“ sprechen kann, die in der Osmotik und Protoplasmatik der Pflanzen ursächlich begründet ist. Daß ausreichende K-Düngung die *Frosthärte* verschiedener Kulturpflanzen erhöht (Sommergetreide überdies durch N gegen Frost widerstandsfähiger), bestätigen wieder WEIGERT u. WEIZEL (vgl. auch SCHMALFUSS [1, S. 94]). Weiterhin prüft FUCHS (2) den Einfluß von Alkali- und Erdalkalisalzen auf die *Zustandsindikatoren des Preßsaftes* von Weizenpflanzen (bez. Tabak vgl. BOENING, Fortschr. Bot. 5, 186) und findet, daß Erdalkalisalze durchweg höheren *Zuckerspiegel* bewirken als Alkalisalze (Minimum K), Nitrate niederen als Sulfate oder Chloride. Der *osmotische Wert* liegt mit Alkalisalzen höher als mit Erdalkalisalzen, gerade umgekehrt der Prozentgehalt des Zellsaftes an Zuckern.

Bemühungen von KALCHHOFER, K-, Ca-, N-, P-frei gezogene Mangelpflanzen (*Helodea* und *Vicia faba* in Wasserkulturen) *protoplasmatisch zu charakterisieren*, führten noch zu keinem endgültigen Ergebnis. Im osmotischen Wert waren auffallenderweise keine Unterschiede festzustellen; Unterschiede hinsichtlich Plasmolyseverhalten und -form, Empfindlichkeit gegen Alkohol, Säure, Hitze usw. sind zum Teil vorhanden, aber ursächlich noch nicht recht konkret faßbar. Bei K-frei gezogener *Helodea* fielen neben gesteigertem Streckungswachstum die sehr großen, epistroph gelagerten *Chloroplasten* auf, während bei Ca-

¹ In diesem Zusammenhang seien auch ältere Beobachtungen von BOAS nachgetragen über Erhöhung der Dürresistenz durch Sulfate und Borate, also durch stark hydratisierte Ionen.

und N-Mangel Turgorverlust und Kleinerwerden sowie Verblassen (bis Gelbwerden) der Chloroplasten zu bemerken war.

Die **Beziehungen zu Chlorophyll und CO₂-Assimilation** sieht ROHDE in Fortsetzung seiner früheren Studien (Fortschr. Bot. 5, 184) etwa folgendermaßen. Wenn Beobachtungen über K-Wirkungen im Freiland und im Laboratorium oft verschieden ausgefallen sind, so ist zu beachten, daß K nur bei niedriger Temperatur und starker Beleuchtung die Assimilation fördert, bei hoher Temperatur und niedrigen Lichtintensitäten zeigen sogar K-Mangelblätter größere Assimilationsleistung. Das erinnert an Sonnen- und Schattenblätter: mit K reich versorgte Blätter würden den gelbgrünen Sonnenblättern, K-Mangelblätter den dunkelgrünen Schattenblättern entsprechen. K beeinflusst Farbe, Dicke und Lichtlage der Blätter so, daß die Lichtabsorption im kurzwelligen Bereich erhöht wird. Die *blaugrüne Verfärbung von K-Mangelpflanzen* bewirkt, daß nicht nur der grüne, sondern auch der blaue Anteil des Lichtes reflektiert wird und somit verlorengeht. Rotlicht- und Kalimangelpflanzen zeigen in der Tat eine weitgehende Übereinstimmung im inneren und äußeren Bau sowie in ihrem Stoffwechsel. So werden auch (ROHDE [1]) als wesentliche Merkmale des K-Mangels bei Kartoffeln beschrieben: Ertragsrückgang, beschleunigte Reife infolge verstärkter P-Aufnahme, dunkelgrüne Blattfärbung und damit schlechte Lichtausnutzung, verminderter Wachstumsüberschuss der Epidermis und dadurch Reflexion und mangelhafte Ausnutzung der zugestrahlten Wärme. Die theoretischen Vorstellungen ROHDES (3) gehen aber noch weiter. K sei nicht nur für die primäre photochemische Reaktion wichtig, sondern auch für die folgende (BLACKMANNsche) Dunkelreaktion, da bei K-Mangel die Leitung des Fe in die assimilierenden Organe gehemmt wird, das an der Assimilation beteiligt ist. Wahrscheinlich wird die CO₂-Assimilation im kurzwelligen Bereich durch das Nährstoffpaar K/Fe, im langwelligen Bereich durch N/Mn gesteuert, so daß ungestörte Assimilation sowohl von ausgeglichener K- wie auch N-Ernährung abhängt.

TURTSCHIN zieht Gerste, Buchweizen und Zuckerrüben in mit Torf gepuffertem Sand bei p_H 6,8 und Kaliumnitrat bzw. Ammonsulfat bzw. Ammonnitrat als N-Quelle mit steigenden Mengen K und P. Bei K-Mangel wurde NH₄-N schlecht ausgenutzt, häuft sich an und die Pflanzen sterben an NH₃-Vergiftung; mit NO₃ trat K-Mangel nicht so deutlich in Erscheinung, bei P-Mangel häufte sich in der Pflanze NO₃ an, was aber weiter nicht schädlich ist. Für Ernährung mit Nitrat wäre also ausreichende P-Versorgung, für Ernährung mit Ammonsalzen ausreichende K-Versorgung wichtig, was so erklärt wird, daß beide Elemente, K und P, Einfluß haben auf die Oxydations-Reduktions-Prozesse des Stoffwechsels; P fördert Reduktionsfähigkeit, K Oxydationsfähigkeit, und derart greifen diese Elemente in den Stoffwechsel, im vor-

liegenden Fall in die N-Ernährung, ein. Auf die ablehnende Haltung von SCHMALFUSS gegen eine direkte Beziehung zwischen K und Eiweißstoffwechsel wurde bereits hingewiesen. RICHARDS u. TEMPLEMAN finden in jungen Gerstenblättern bei K-Mangel fast normalen Eiweißgehalt, trotz vermindertem Kohlehydratvorrat, später aber starke Abnahme. Da diese Abnahme des Eiweiß-N verbunden ist mit einer Zunahme von Amino- und Amid-N, schließen sie nicht nur auf gehemmten Eiweißaufbau, sondern auch auf verstärkte Hydrolyse. In älteren Blättern war (bei K-Mangel) Nitrat angehäuft und das Reduktionsvermögen verringert.

Der verfügbare Raum gestattet nicht, auf alle Befunde im einzelnen einzugehen oder gar sie kritisch zu beleuchten. So sei wenigstens in Kürze noch hingewiesen auf SCHARRER u. SCHROPP (3), nach denen — in Bestätigung früherer Befunde (Fortschr. Bot. 4, 190) — der Knollenertrag von Kartoffeln bei schwacher Lichtversorgung (Beschattung) durch höhere K-Gaben gesteigert wird, stärkere K-Düngung gleicht also bis zu einem gewissen Grade den Lichtmangel aus. — MORRIS u. SAYRE stellen im Hinblick auf die früher vorgeschlagene Methode, K-Aufnahme und -bedarf der Pflanzen im Preßsaft zu bestimmen, an Maispflanzen durch Vergleich von Aschen-, Extrakt- und Preßsaftanalysen fest, daß das gesamte K in Form von echten Lösungen vorliegt. Auch TYNER findet im Preßsaft fast das gesamte K (95—99 %) in dialysabler Form, was dafür spricht, daß es keine weiteren Bindungen eingeht, ein verschiedener Zustand des K in der Pflanze also nicht maßgebend sein kann für das verschiedene Aneignungsvermögen der Pflanzen. Dieses Aneignungsvermögen (feeding power) verschiedener Kulturpflanzen für das im Feldspat austauschbare K, das im allgemeinen parallel geht der Fähigkeit der Pflanzen, K aus verdünnten Lösungen aufzunehmen, ist bei Mais, Hirse, Buchweizen, Hafer, Erbse, Sojabohne u. a. gering, sie brauchen (in fließenden Lösungen) mindestens 3 ppm K; für Rotklee, Luzerne u. a. genügt schon 1 ppm, diese nützen auch Feldspat-K ungleich besser aus. Da das im Boden vorhandene K zu 95 % und mehr als Feldspat oder in ähnlicher Form vorliegt, sind solche Untersuchungen für praktische (und wohl auch ökologische) Fragen bedeutungsvoll (vgl. auch HOAGLAND: Fortschr. Bot. 3, 107, ferner hinsichtlich des Verhältnisses der von der Pflanze aufgenommenen zu den im Boden befindlichen Ionenmengen — K, Na, Ca, Mg — LUNDEGÅRDH). RATHSACK u. LAUFER verstehen unter Aneignungsvermögen das aufgenommene K in Prozenten vom insgesamt im Boden vorhandenen und finden es bei Bohne oder Lupine höher als bei Erbse, Serradella oder Gerste. — BREWER untersucht mit sorgfältigster Methodik (Massenspektrograph, 0,03 % Fehler) das Verhältnis der beiden K-Isotopen K^{39}/K^{41} und findet es in Mineralien ziemlich konstant bei 1,4,25, in Pflanzenmaterial dagegen erhebliche Abweichungen bis 15 % (vgl. Fortschr. Bot. 2, 160); am reichsten an K^{41} waren Tange aus dem Pazifischen Ozean. — STOKLASA (1) weist erneut darauf hin (vgl. Fortschr. Bot. 4, 190), daß die von metall. Kalium oder K-Salzen ausgesandten β - und γ -Strahlen eine beträchtliche Förderung von Keimung und Pflanzenwachstum bewirken. Auch die Resistenz gegen Erfrieren, über die man heute nun doch wohl besser begründete Anschauungen hat, bringt er (2) mit den radioaktiven Eigenschaften des K und Erhöhung der Oxydationsvorgänge in Zusammenhang.

Damit wäre — wieder in etwas bunter Reihe, wie es eben der Querschnitt eines Jahres mit sich bringt — hinsichtlich K angedeutet, worauf sich das Interesse der verschiedenen Forscher richtet und es bleiben noch kalorimetrische Messungen von RIPPEL u. BEHR an Aspergillus zu er-

wähnen, nach denen dieser Pilz ohne K die Nährlösung *unökonomisch* verarbeitet. Der **Einfluß von K auf die morphologische Gestaltung der Pflanzen** ist wesentlich gefördert worden durch Untersuchungen von SCHMALFUSS (3) an Lein, nach denen — übereinstimmend mit TOBLER (Fortschr. Bot. 3, 107) — höhere K-Gaben bewirken: *Zunahme des Fasergehalts*, des prozentischen Anteils der Faserquerschnittsfläche und der mittleren Querschnittsfläche einer Bastfaser. Cl und SO₄ (KCl und K₂SO₄) wirken antagonistisch: Cl ähnlich nur noch stärker als K bei gleichzeitig verminderter Verholzung der Faser, ferner vermindert es den Wasserverbrauch; SO₄ ändert daran nichts, setzt die Jodzahl, also den Gehalt an ungesättigten Fettsäuren, herab. Die diskutierten Beziehungen zwischen Stoffwechsel und anatomischem Aufbau verdienen hier wie in ähnlichen Fällen besondere Beachtung. Nach R. SCHNEIDER wird die *Ausbildung der Blatthaare* bei Sparmannia, Berteroa und Hedera durch K und Mg gefördert, durch Ca gehemmt; Cl begünstigt Verzweigungen und Strahlenknickungen, bei Sparmannia reduzierte Strahlenzahl. Vgl. auch die Untersuchungen von K. SCHNEIDER über Ca-Mangel und N-Stoffwechsel bei Pelargonium.

Über die anderen Alkalien ist wenig zu sagen. HELLER, PEH u. PINDUR untersuchen die *Caestumaufnahme* durch Kartoffelpflanzen und finden, daß vom gegebenen Cs (0,16—16 mg/Liter) etwa 20 % aufgenommen werden, so daß die Cs-Aufnahme *fast proportional* geht den gebotenen Mengen; durch 1,6 mg wurde das Wachstum bereits merklich gehemmt. Die seit langem bekannten *teratologischen Wuchsformen bei Bakterien* durch *Lithium* führt RICHTER bei Bact. coli auf abnorme Quellung zurück (Verminderung der Trockensubstanz je Frischgewicht von 22,7 auf 18,6 %), was bedingt: Vergrößerung der Zellen, abnorme Teilungen, Kugel- statt Stäbchenform, amöboide Bewegung, Verringerung der wirksamen Oberfläche, Herabsetzung des Stoffwechsels. Auch *bei Hefen* (Sacch. acericacchari und Pichia alcoholiphila) erzielen WICKERSHAM u. FABIAN durch 0,1 % LiCl stufenweise Umwandlung in morphologisch veränderte Formen mit einem deutlichen Streben zur Rückbildung in die Ausgangsform. Obwohl auf ganz anderem (zoologisch-entwicklungsphysiologischem) Gebiet liegend, sei wenigstens in Kürze hingewiesen auf die *spezifischen Li-Wirkungen* in der *Embryonalentwicklung* (Entodermisierung beim Seeigelkeim, Otocephalie bei Triton, vgl. neuerdings LEHMANN) sowie auf die Anschauungen von HERBST über *geschlechtsbestimmende Wirkung* (auf Bonellia) von Alkali- und Erdalkalisalzen, diese allerdings nicht spezifisch, sondern als Quellungserscheinungen gedeutet.

Magnesium. BEAUMONT u. SNELL beschreiben die *Symptome bei Mg-Mangel* und finden verschiedene Kulturpflanzen in verschiedenem Grade empfindlich, z. B. sehr empfindlich Buchweizen oder Spinat, wenig Klee oder Kartoffeln. Erstaunlich ist (MCKAY) die *hohe Toleranz* der in amerikanischen Salzseen vorkommenden *Ruppia maritima* gegen hohe MgSO₄-Konzentrationen mit auffallender *Mg-Speicherung im Zell-saft*, bei gleichzeitiger Empfindlichkeit gegen Na und Cl. LUTMAN u. WALBRIDGE lehnen ab, daß Mg beim *Altern der Pflanzen* und besonders beim *Vergilben* eine Rolle spielt, etwa indem das Mg des Chlorophylls in Samen und Knollen transportiert wird; schon in frühen Entwicklungs-

stadien werden die Knollen (Kartoffel) reichlich mit Mg versorgt, auch sind die sonstigen Mg-Reserven der Pflanze groß genug, daß nicht auf organisch gebundenes Mg (im Chlorophyll) zurückgegriffen werden braucht. Aus umfangreichen Analysen von DANIEL über Mg-, Ca-, P- und N-Gehalt von Gräsern (19 Arten) und Leguminosen (45 Arten) sei nur angeführt, daß jene im Durchschnitt erheblich weniger (0,06 bis 0,32 %) Mg enthalten als diese (0,33—1,02 %). Nur genannt sei eine Monographie von JAVILLIER über Mg und Landwirtschaft, Notwendigkeit von Mg-Düngern für Ertrag und Qualität der Ernte usw.; vgl. auch POPP über Düngewirkung der Magnesia.

Was **Kalzium** anbelangt, hatte WARIS (WARÉN) die Notwendigkeit für Desmidiaceen wie *Micrasterias* nachgewiesen (Fortschr. Bot. 2, 161). Er findet es nunmehr auch für *Eremosphaera viridis* nötig, doch genügen schon sehr geringe Mengen ($5 \cdot 10^{-6}$ mol), für *Microspora* scheint es entbehrlich zu sein oder es genügen die als Verunreinigungen vorhandenen Mengen ($0,5 \cdot 10^{-7}$ mol). Die Notwendigkeit bzw. Entbehrlichkeit für diese beiden Algen drückt sich auch im Verhalten gegen Mn aus (jene wird — auch bei Anwesenheit von Ca — leicht geschädigt, diese nicht oder erst nach längerer Zeit). Unentbehrlichkeit von Ca für *Nitrosomonas* vgl. Fortschr. Bot. 5, 240. Die von ILJIN (vgl. Fortschr. Bot. 2, 161) so genannten *calciphoben Pflanzen* enthalten — und besonders wenn sie auf Kalkböden wachsen — nur wenig lösliches und viel unlösliches Ca sowie viel Oxalsäure (7—23 % des Trockengewichts); es wird die Auffassung wiederholt, daß erhöhte Ca-Aufnahme, also besonders auf Kalkböden, zu immer neuer Bildung von organischen, den Kalk ausfallenden Säuren zwingt, was sich schädlich bemerkbar macht. KUBOVEC zieht *Tradescantia zebrina* in Nährlösungen mit 0,06—0,24 (entspricht normalem Knop)—0,96—2,40 g Ca je Liter und findet in den trockenen Pflanzen mit Wasser extrahierbares Ca 2,62—3,19—3,52—3,58 %, mit 2n Essigsäure (bzw. 2n HCl) extrahierbares 1,45 (1,57)—1,43 (1,26)—1,5 (1,26)—2,37 (1,93) %; also trotz 40facher Konzentration in der Lösung Anstieg nicht ganz aufs Doppelte. Aus Ca-Mangelversuchen von DAY mit *Pisum sativum* sei nur hervorgehoben das gehemmte Längenwachstum der Pflanzen sowie die geringere Sukkulenz bei Ca-Mangel (höheres Trockengewicht der Sprosse). *Anatomische Untersuchungen* von K. SCHNEIDER (1) an *Pelargonium zonale* ergeben bei Ca-Armut: große radialgestreckte Kambiumzellen, die sich nicht mehr ausdifferenzieren; gequollene Zellwände infolge verhältnismäßig stärkerer K-Wirkung; mangelhafte Ausbildung des Bastes; kein Ca-Oxalat (aber auch bei Ca-Überschuß gering); anormale Steinzellen; unregelmäßige, aufgetriebene Peridermzellen; Membraneffekt (CZAJA) nach der sauren Seite verschoben (Ca-haltige Mittellamellen!); Stärkeanreicherung; meist negative Nitratreduktion; anormale Kambiumbildung um die Gerbstoffzellen, wie überhaupt zwischen Ca und Gerbstoffen enge formative Be-

ziehungen vorhanden zu sein scheinen. Ca-Überschuß fördert die Kambiumtätigkeit, dichtere Ausbildung der Zellwände des Bastes; bewirkt, und besonders bei NaCl-Zusatz, alkalischen Membraneffekt sowie, aber nur mit NaCl, erhöhte Ca-Oxalatbildung; aus der intensiven Nitratreaktion wird auf Beziehungen zwischen Ca und NO_3 -Assimilation geschlossen.

KELLEY umreißt kurz die *Bedeutung des Ca im Boden* hinsichtlich Neutralisation, Phosphatverwertung, Bodenbildung und Austauschvorgängen. In Fortsetzung früherer Studien (Fortschr. Bot. 5, 188) zeigt WALLNER (1), daß bei der Bildung der südbayerischen *Chironomidentuffe* das CaCO_3 zwischen den Larvengehäusen nicht — wie angenommen — abiogen ausgeschieden wird, sondern durch Cyanophyceen und Desmidiaceen. Als selten angesehene Desmidiaceen (*Oocardium stratum* und die neue Form *depressum*) treten (4) gesteinsbildend auf (Oocardiumtuffe). Bei *Rivularia haematites* werden die Kalzitkristalle nicht innerhalb der Gallerte, sondern zwischen den einzelnen Trichomgallerten, also im nicht-kolloiden Medium abgeschieden, usw. BRUSSOFF beschreibt Zusammenwirken eines kalkfallenden Stäbchens mit einem Fe- und Si-speichernden Kokkus bei der Bildung tuffähnlicher Sedimente.

Barium wird, entgegen der Annahme, daß es im menschlichen Körper fehle, von GERLACH u. MÜLLER nun doch nachgewiesen, und zwar in der Chorioidea und in melanotischen Tumoren, wobei Beziehungen zwischen Ba und Pigmentbildung vermutet werden. Die *Wirkung auf Aspergillus niger* untersucht STEINBERG (2) und findet steigende Mengen wachstumshemmend, wohl durch S-Entzug infolge Bildung von schwerlöslichem BaSO_4 . Aber auch mit Sulfid werden die Pilzernten herabgesetzt, so daß möglicherweise die Assimilation dieser S-Quelle oxydativ über Sulfat geht; die Verwertung von Cystin-S wird wenig betroffen.

Am gleichen Objekt (*Aspergillus niger*) setzt STEINBERG seine Studien über **Schwermetalle** fort, beschreibt (2, 3) das Aussehen bei Fehlen von N, P, S, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn (submerse, schleimig durchsichtige Hyphen ohne Sporenbildung). Fehlen von Cu oder Mn senkt die Erträge erheblich weniger als Fehlen von Fe oder Zn, doch ist zu beachten, daß (1) die angewandte Hitzebehandlung mit Kalk oder Magnesiumkarbonat die Nährlösungen zwar weitgehend von Fe- und Zn-Spuren befreit, weniger vollkommen von Cu und Mn; Verwendung von Kohle bedeutet eher einen Rückschritt, da unbestimmte Verunreinigungen hineinkommen. Über die Eignung von Ca-Phosphat zur Entfernung von Schwermetallspuren vgl. SAKAMURA. GOLLMICK bestätigt die *Unentbehrlichkeit* von Fe, Zn und Cu für *Aspergillus niger*. Zwischen Ferro- und Ferrisalzen bestand kein Unterschied; „aktive“ Fe-Verbindungen im Sinne von BAUDISCH zeigten keine besondere Wirksamkeit. Fe kann nicht durch Co, Zn nicht durch Hg oder Cd ersetzt werden. Antagonistische Erscheinungen treten in Erscheinung, so mildern erhöhte Fe-Gaben die fruktifikationshemmende Wirkung von Zn. Die Notwendigkeit von Cu für den schwarzen Konidienfarbstoff wird bestätigt, es muß aber auch Sauerstoff (Luft) anwesend sein, in H_2 - oder N_2 -Atmosphäre unterbleibt die Ausbildung, so daß die Farbstoffbildung als ein durch Cu katalysierter Oxydationsvorgang anzusehen ist. Für einen katalytischen Einfluß der Schwermetalle auf die Nitratreduktion ergaben

sich keine Anhaltspunkte. YOSHIMURA findet für normale Sporulation verschiedener Aspergillus-Arten außer Cu auch Mn nötig, das außerdem die p_H -Grenze des Wachstums nach der sauren Seite verschiebt. Nach Versuchen von KAUFFMAN-COSLA u. BRUELL enthält Aspergillus niger bei Zn-Mangel mehr Zucker, mit Zn mehr Zellulose; der N-Gehalt ist anfangs gleich, später sinkt er ohne Zn auf etwa die Hälfte, anscheinend hemmt Zn-Mangel die Eiweißsynthese, auch den Fettstoffwechsel. Für Azotobacter findet BAIER Fe, Mo, ferner Al, Cu, Zn und Si fördernd, wenn nicht nötig; Kolloide wie Humussäure, Agar, Lignoproteinat oder — besonders geeignet — Fe-Al-Silikat nach KASERER verbessern noch die Wirkung. Auf Grund dieser Erfahrungen wird eine Lösung vorgeschlagen, die einen sicheren Nachweis von Azotobacter gewährleistet (vgl. Fortschr. Bot. 2, 166). Auch für Aspergillus wird *Molybdän* von STEINBERG (4) als nötig erachtet auf Grund der Beobachtung, daß sich aus Rohrzucker mit Alkohol ein Stoff extrahieren läßt, der das Wachstum des Pilzes fördert. Werden die Substanzen der Nährlösung vorher mit Alkohol extrahiert, so ist das Wachstum kümmerlich; Zn erhöht die Ernten bereits merklich, noch mehr aber (unter 55 geprüften Elementen) Mo, auch bei Gegenwart von Zn, Fe, Cu, Mn; durch Zusatz von Vitamin B, Vitamin C, Hefedekokt oder Malzextrakt läßt sich eine weitere Steigerung nicht erzielen. Daraus schließt STEINBERG nicht nur auf eine lebenswichtige Rolle von Mo, sondern er vermutet, daß manche sog. „Wuchsstoffe“ in Wirklichkeit bestimmte lebenswichtige Metalle oder eine Mischung von solchen darstellen. Die als optimal erprobte Nährlösung für Aspergillus niger enthält nunmehr im Liter: 1,9 g NH_4NO_3 , 0,35 g K_2HPO_4 , 0,25 g $MgSO_4$ krist., 0,2 mg Fe, 0,18 mg Zn, 0,04 mg Cu, 0,02 mg Mn, 0,02 mg Mo.

Im Hinblick auf diese Befunde von STEINBERG erscheint die behauptete *spezifische Bedeutung von Mo für N-bindende Bakterien* wie Azotobacter fraglich. Um so mehr als BORTELS auch Förderung der Aufnahme von Nitrat-, Ammon- und Asparagin-N feststellt, was mehr auf eine allgemeine Wachstumsbeschleunigung hindeutet. *Vanadium* fördert nur N-Assimilation und Asparaginaufnahme, die Verwertung von anorganischem Stickstoff nicht. Nitrifizierende Bakterien werden durch Mo nur wenig gefördert; es besteht kein Zweifel, daß Azotobacter ausgesprochen Mo-bedürftig ist (wobei V, nicht aber W, ähnlich wirken), so daß BORTELS an gewissen Beziehungen zur Assimilation des elementaren N doch festhält. VAN NIEL kann in kalifornischen Böden ein Wachstum von Azotobacter erst beobachten, wenn er dem Boden Natriummolybdat zufügt.

Was höhere Pflanzen angeht¹, liegen Befunde über neue lebens-

¹ Vgl. auch SCHARRER (Wirkung der Mikroelemente auf das Pflanzenwachstum); BRENCHLEY (Sammelreferat über Spurenelemente); EHRENBURG (Eisenversorgung der Kulturpflanzen); NIETHAMMER (Zeitgemäße Stimulationsprobleme).

wichtige Metalle nicht vor. Wasserkulturversuche von SCHROPP mit Mais bestätigen das hohe **Eisen**bedürfnis dieser Pflanze und ebenso die günstige Wirkung von Fe-Zitrat als Fe-Quelle, auch bei alkalischer Reaktion (vgl. Fortschr. Bot. 3, 113). Daß Chlorose nicht nur auf Fe-Mangel infolge Festlegung im Boden (etwa durch Kalküberschuß bedingte alkalische Reaktion) beruht, zeigen übereinstimmend SCHOLZ an Hortensien und *Primula obconica* und PARSCHE an Lupinen: chlorotische Pflanzen sind keineswegs besonders Fe-arm, offenbar liegt das Fe nicht in geeigneter Form vor; Mn bewirkt durch Fe heilbare Chlorose. Da *Kalkchlorose* durch Düngung mit Ammonsulfat verschärft wird, stellt sich PARSCHE vor, daß die Ursache in einer Alkalisierung des Zellsaftes liegt infolge vermehrter Kalkaufnahme und verbunden mit Freiwerden von NH_3 , was zu einer Festlegung des Fe führt. Schon Bepinseln der Blätter mit verdünnten Säuren heilt ebenso wie mit Fe-Salzen. Übereinstimmend mit PARSCHE findet SCHANDER gegen Kalkchlorose am empfindlichsten *Lupinus luteus*, weniger *L. albus*, noch weniger *L. angustifolius*; maßgebend ist die Alkalität des Mediums, nicht der Kalk (also Ca-Ionen) an sich.

POLLACCI, ODDO u. GALLOTTI wiederholen ihre von DEUBER widerlegte Behauptung, daß Pyrrolverbindungen (Mg-Pyrrolkarbonat) an Stelle von Fe ein Ergrünen von Algen, wie Chlorella, Stichococcus, Hormidium, bewirken. Aus Analysen von RIOU, DELORME u. HORMISDAS an kanadischen *Pinus*-Arten sei nur angemerkt, daß Mn und Fe gegensinnig zueinander gehen, also mit hohem Fe-niedriger Mn-Gehalt verbunden ist und umgekehrt, wie man es auch sonst bei Pflanzen vielfach findet. Parallelität zwischen Mn- und N-Gehalt behauptet BALAVOINE nach Analysen an Teeblättern. Die Fe-Speicherung bei *Oocardium depressum* findet WALLNER (3) — wie die Kalkfällung — streng lokalisiert nur an einer Membranhälfte, oft nur an einer Kappe der Apikalwölbung, worin sich auch hier eine physiologische Polarität der Zelle ausdrückt. Obwohl auf zoologischem Gebiet liegend, seien die Untersuchungen von OKAMOTO über Mikronachweis von Fe in den Zellkernen verschiedenster Tiere und Organe (vgl. Fortschr. Bot. 4, 196) erwähnt, während POLICARD u. ROJAS in Mikroveraschungen von Erythrocyten des Fisches *Chichlasoma* die Kerne Fe-frei und nur das Plasma Fe-haltig finden.

KEMPNER findet die *Atmung* verschiedener grüner und nichtgrüner Objekte, wie Kiefernadeln, Blätter von Tabak, Pflaume, Oleander, Staubfäden und Pistille von Narzisse usw., durchweg durch Kohlenoxyd im Dunkeln gehemmt, die Hemmung ist im Licht reversibel (Dissoziation des Ferment-CO-Komplexes) und überdies von derselben Größenordnung wie bei Hefen und tierischen Zellen, so daß mit größter Wahrscheinlichkeit auf *Identität des Atmungsferments* auch bei höheren Pflanzen mit Phäohämin, dem Fe-haltigen Atmungsferment WARBURGS, geschlossen werden kann. Im Gärtest und wahrscheinlich überhaupt für die Gärung ist nach NEGELEIN (vgl. WARBURG u. CHRISTIAN) **Mangan** ebenso nötig wie Mg (LOHMANN, vgl. Fortschr. Bot. 1, 163). Befunde solcher Art sind außerordentlich wertvoll, da sie die Notwendigkeit dieser Metalle dem Verständnis näher bringen und begründen und eine konkretere Formu-

lierung des in seiner Allgemeinheit zunächst etwas vagen Begriffs von „Schwermetallkatalysen“ gestatten.

Hier sei noch angefügt, daß nach KLEIN u. ZIESE *Arginase* spezifisch durch Mn aktiviert wird und derart auch nachgewiesen werden kann (z. B. in Skelettmuskulatur), wo man sie bisher vermißt hat. Nach BOY wird der (kalorimetrisch ermittelte) energetische Wirkungsgrad bei der Keimung von Reiskörnern durch Mn parallel der angewandten Dosis vermindert, auch durch Zn-Salze. Nach McCool werden bei Sojabohne, Buchweizen und Tabak die durch Mn bedingten Blattschäden mit Zunahme der *Lichtintensität* verstärkt, mit fallender Lichtintensität nimmt der Mn-Gehalt der Blätter ab.

Über die Bedeutung von *Zink* für Tiere und Mensch gibt BERTRAND eine zusammenfassende Darstellung und betont erneut (BERTRAND u. BHATTACHERJEE, vgl. Fortschr. Bot. 4, 198) die *Unentbehrlichkeit für Tiere* nach Versuchen an Mäusen. Die durch Zn heilbare „mottle-leaf“-Krankheit bei *Citrus* wird nach HAAS (3) durch hohe N-Gaben, besonders Harnstoff, in ihrem Auftreten begünstigt. Nachteilige Wirkung zu hoher Zn-Gaben kann durch Al beseitigt werden, Stecklinge bewurzeln sich besser nach Eintauchen in $ZnSO_4$ -Lösung. Auch die *Rosettekrankheit* der Juglandacee *Carya olivaeformis* (Pecanbaum) läßt sich nach FINCH durch Zn heilen, doch spielen auch Belichtung, Lage der Zweige am Baum, Temperatur usw. eine Rolle. Die durch *Kupfermangel* bedingte *Urbarmachungskrankheit* (Heidmoorkrankheit) behandelt eingehend RADEMACHER hinsichtlich Symptomen, Empfindlichkeit verschiedener Pflanzen und Heilung. Nach WILLIS u. PILAND hat Cu Einfluß auf das *Redoxpotential des Bodens* (in gut durchlüfteten erhöht, in schlecht durchlüfteten erniedrigt) und damit auch, in günstigem oder nachteiligem Sinn, auf die Aufnehmbarkeit von Fe und Mn. Derart würde verständlich, wie neuerdings wieder ISAAC an Pfirsichbäumchen in Südafrika beschreibt, daß *Chlorose* durch Cu geheilt werden kann. Die von WIRSCH (1) beschriebene und neuerdings (2) weiter analysierte Cu-Wirkung auf den Geotropismus der plagiotropen Seitenwurzeln von *Phaseolus* und auf Sprosse von *Tradescantia fluminensis* ist für Cu nicht völlig spezifisch, doch wirkt dieses von den untersuchten Metallsalzen am intensivsten.

Sand-Lehm-Kulturen von SCHARER u. SCHROPP (4) mit Hafer erbrachten mit 10—15 mg Cu mehrfach Ertragssteigerungen, ferner erschien der Ca- und Mg-Gehalt von Korn und Stroh sowie der Eiweißgehalt erhöht. Auch mit *Blei* erzielten dieselben Autoren (1) in Wasserkulturen mit Mais Ertragsteigerungen, kaum dagegen (2) mit *Aluminium* (vgl. auch Fortschr. Bot. 5, 195). GILBERT u. PEMBER prüfen die Empfindlichkeit verschiedener auf Weiden häufiger Pflanzen gegen Al; da die Kontrollen bei gleichem p_H gezogen wurden, erbringen die beobachteten Wachstumshemmungen — außer der verschiedenen Empfindlichkeit der untersuchten Pflanzen — einen weiteren Beitrag dazu, daß die Giftwirkung von Al-Salzen nicht nur auf ihrer hydrolytischen Azidität beruht (vgl. Fortschr. Bot. 5, 194), um so mehr als durch abwechselnde Kultur in P-freier Al-haltiger und Al-freier P-haltiger Nährlösung auch eine ausreichende P-Versorgung der Pflanzen gewährleistet war. Nach EISENMENGER wirkt Al auf Tabak schon in sehr geringen Konzentrationen giftig, Ca entgiftet teilweise. Tierversgiftungen durch auf Pb-haltigen Böden gewachsene Futterpflanzen geben HOELL Veranlassung, die *Bleiaufnahme* von Gräsern, Kartoffeln und Rüben zu untersuchen. Im Gegensatz zu Freilandpflanzen enthalten unter Glas gezogene auch mit Pb-Düngung höchstens Spuren von Pb; eine nennenswerte Aufnahme aus dem Boden findet also nicht statt, wie schon HEVESY gezeigt hatte, daß Pb in der Wurzel zurückgehalten wird und kaum in die anderen Organe wandert. Der relativ hohe Pb-Gehalt von Pflanzen aus dem Feld (bis 35 mg/kg) beruht offenbar auf anhaftendem Staub, der sich nur unvollkommen abwaschen läßt. INMAN, BARCLAY u. HUBBARD zeigen in Versuchen mit

Mais, daß *Titan* Fe nicht ersetzen kann, womit gelegentliche Behauptungen dieser Art erledigt sind. Über Ti bei Säugetieren und beim Menschen vgl. MAILLARD u. ETTORI. *Thallium* ist nach BORZINI für Keimung und Wachstum verschiedener Kulturpflanzen in allen angewandten Konzentrationen nur giftig und verursacht Chlorose (vgl. Fortschr. Bot. 4, 200). Schließlich wäre noch in Ergänzung des über Enzymaktivierungen Gesagten THUNBERG zu nennen, der beschleunigende Wirkung sehr verdünnter Hg-, Cu- und Ag-Salze auf die *Entfärbung von Methylenblau* durch Extrakte aus Samen verschiedener Pflanzen beschreibt und dabei an Metall-Enzymkomplexe mit vorerst noch unklarem Mechanismus denkt. WAGNER-JAUREGG u. RZEPPA beschreiben hemmende Wirkung von Schwermetallsalzen auf die Milchsäurebildung durch Froschmuskelextrakt (Cu hemmt am stärksten, Fe⁺⁺ viel schwächer, Fe⁺⁺⁺, Zn, Cd nicht oder fast nicht, Mn fördert). Diese Schwermetall- (speziell Cu-) Hemmung der Glykolyse läßt sich durch Co-Zymase oder Warburgsches Co-Ferment wieder rückgängig machen infolge spezifischer Fähigkeit dieser Stoffe zur Bildung von Schwermetallkomplexen. ANDERSSON allerdings findet kräftige Entgiftung nur durch Xanthin oder Harnsäure, reinste Co-Zymase reaktiviert nicht, wohl aber enthalten nicht völlig gereinigte Präparate einen sehr wirksamen Entgiftungsstoff.

Nitrate und Ammonsalze. Nachdem verschiedene Autoren gezeigt haben (vgl. Fortschr. Bot. 3, 112; 4, 194; 5, 188), daß Hafer, Buchweizen, Mais, Baumwolle, Reis, Sojabohne u. a. — was KREYZI an Hafer neuerdings wieder bestätigt — im Jugendstadium relativ mehr NH₄-N und mit zunehmendem Alter mehr NO₃-N aufnehmen, finden ARRINGTON u. SHIVE in der *Tomate* einen etwas anderen Typus: zwar wird andauernd, und am meisten im Jugendstadium, NH₄ aufgenommen, doch überwiegt von Anfang an und mit zunehmendem Alter immer mehr die NO₃-Aufnahme, während die NH₄-Aufnahme wie bei den vorher genannten zurückgeht. Umfangreiche Versuche von KREYZI, wobei auch die Literatur eingehend erörtert wird, bestätigen, daß bei höherem p_{H} NH₄ bevorzugt aufgenommen wird und daß die höchsten Erträge mit Mischungen beider N-Formen (Ammonsulfat + -nitrat) erzielt wurden. In Einzelsalzlösungen ist die Aufnahme von NO₃ vom begleitenden Kation im Sinn der Reihe Ca > K > Na > NH₄ > Mg und die Aufnahme von NH₄ vom begleitenden Anion im Sinn der Reihe NO₃ > Cl > SO₄ bei niederen und NO₃ > SO₄ > Cl bei höheren Konzentrationen abhängig; Beisalze in vollständigen verdünnten Nährlösungen fördern die NH₄-Aufnahme in der Reihenfolge Ca < K < Na < Mg < NH₄, während die NO₃-Aufnahme in der Reihenfolge Mg > Ca > K > Na > NH₄ gehemmt wird. CLARK zieht Tomaten in fließender Nährlösung bei p_{H} 6,7 mit Kalziumnitrat bzw. Ammonsulfat als N-Quelle. Die Nitratpflanzen zeigten im Vergleich zu den mit Ammonsalz ernährten: höheres Stengel-Frischgewicht; mehr NO₃-N (Ammonpflanzen mehr NH₄-N); weniger Amino-N, weniger löslichen organischen N; mehr Asche, mehr organische Säuren.

Nach YAMAGUCHI (1) ist das Wachstum junger Reispflanzen in Wasser- und Sandkulturen am besten bei schwach saurer Reaktion, mit NH₄-, NO₃-N oder Harnstoff; in Lehmboden dagegen war das Wachs-

tum bei saurer Reaktion schlecht, sogar mit Ammonsulfat, gut dagegen bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion, was wieder zeigt, daß sich Ergebnisse aus Wasser- oder Sandkulturen nicht ohne weiteres auf die natürlichen und praktischen Verhältnisse übertragen lassen. Auf ARLAND war schon im Zusammenhang mit K (S. 169) hingewiesen worden, daß in nährstoffarmen Böden sowohl K- als N-Düngung eine *Herabsetzung der Transpiration* bewirken. Ist genügend N bereits vorhanden, so wird der Wasserverbrauch sogar gesteigert, auch spielen Nährstoffverhältnis und Umweltfaktoren eine Rolle, so daß die Möglichkeit, aus Transpirationsbestimmungen Schlüsse auf die richtige Ernährung der Pflanzen zu ziehen, zwar originell aber vorerst schwer faßbar erscheint. Auch auf WHITE wurde bereits hingewiesen, der an *Lemna minor* bei N-Mangel ganz analoge Erscheinungen feststellt wie bei K-Mangel (S. 168). Das Wachstum (Sproßanzahl) folgt derselben Gleichung $n = n_0 e^{rt}$ (n Zahl der Sproßflächen zu Beginn, n zur Zeit t), woraus sich r als Wachstumskonstante ergibt zu $r = \frac{1}{n} \frac{dn}{dt}$, während der Wachstumsabfall bei N- (oder K-) Entzug charakterisiert wird durch die Gleichungen $n = n_0 t^r$ bzw. den Differentialquotienten $\frac{r}{t} = \frac{1}{n} \cdot \frac{dn}{dt}$ (vgl. auch LAVOLLY, Abschnitt „Elektrolytaufnahme“, S. 191).

In Düngungsversuchen mit *Zuckerrohr* findet DAS mit steigenden N-Gaben: stärkere Sukkulenz; geringeren Rohrzuckergehalt, höheren Gehalt an reduzierenden Zuckern; N-Gehalt steigt, besonders die alkohollöslichen Fraktionen; Leitfähigkeit des Preßsaftes nimmt zu infolge erhöhter Mineralstoffaufnahme. Diesen erhöhten Aschengehalt, den COLIN u. SIMON auch bei Zuckerrüben und N-Düngung finden, bringt er in Zusammenhang mit dem Quellungszustand der Plasmakolloide und dadurch verändertem Kohlehydratstoffwechsel. Auf eine ungünstige Verschiebung des *Stickstoff-Kohlehydratverhältnisses* in den Wurzeln führt THORNTON die hemmende Wirkung von Nitrat auf die Ausbildung der *Wurzelknöllchen bei Leguminosen* zurück. Mit Nitrat unterbleibt die Deformierung der Wurzelhaare (Krümmungen usw.), an denen erfahrungsgemäß die Infektion angreift, auch wenn Bakterienkulturen oder -extrakte, die an sich deformierend wirken, zugesetzt werden; Zuckerzusatz läßt wieder deformierte Haare entstehen und schafft damit die Voraussetzung für ein Einwandern der Bakterien (vgl. auch Fortschr. Bot. 5, 241, 242). IJDO findet an Spinat, daß bei N-Mangel, aber auch bei Überdüngung mit N der Gehalt an *Karotin und Vitamin C* abnimmt; reichliche K- und N-Düngung läßt Karotingehalt sinken, Askorbinsäure ansteigen; gelbe Blätter enthalten immer weniger Karotin und Askorbinsäure als grüne. Nach TIBEAU begünstigt N-Überdüngung ♀, N-Mangel ♂ Blüten bei Hanf. YAMAGUCHI (2) untersucht den *Ureasegehalt* von Sojakeimlingen. Am meisten enthalten die Kotyledonen, weniger die Wurzel und noch weniger Epi- und Hypokotyl. Mit fortschreitendem Alter nimmt der Ureasegehalt ab, so daß junge Pflanzen bei Harnstoffütterung am leichtesten durch abgespaltenes NH_3 geschädigt werden, besonders bei Mangel an Kohlehydraten, ältere Pflanzen vertragen größere Mengen. *Ammoniakgas-schädigungen* der Pflanzen sind nach GARBER abhängig vom p_{H} des Zellsaftes und vom Kohlehydratzustand, da die Entgiftung (in gleicher Weise wie bei durch die Wurzeln aufgenommenem oder im Stoffwechsel gebildetem NH_3) erfolgt: bei stark saurem Zellsaft durch Bindung als Ammonsalz, bei schwach saurem Zellsaft

durch Amidbildung. Die Reaktionsänderungen des Zellsaftes haben zur Folge: Ausfällung von Plasmaeiweiß, Chloroplastendegeneration, dadurch bedingte Assimilationsstörung und Eiweißabbau.

In NH_4NO_3 -Kulturen von *Aspergillus niger* weisen LEMOIGNE u. DESVEAUX Spuren von Nitrit nach, die bald wieder verschwinden, und Hydroxylamin, das länger erhalten bleibt. Da *Hydroxylamin* nicht nur mit Nitrat, sondern auch mit Ammonsalzen als N-Quelle auftritt, halten sie (LEMOIGNE, MONGUILLON u. DESVEAUX) es für ein Zwischenprodukt des N-Stoffwechsels überhaupt — mit empfindlicher Methode ist Hydroxylamin auch in grünen Blättern immer nachzuweisen —, möglicherweise für ein Ausgangsprodukt der Eiweißsynthese und nicht nur für ein Zwischenprodukt bei der Nitratreduktion, wie gelegentlich angenommen wurde. Kritische Bemerkungen über Nitratreduktion bei Bakterien einschließlich der angewandten Methoden vgl. CONN; die Arbeit von ITZEROTT über NH_4 - und NO_3 -Aufnahme, -Speicherung und -Reduktion bei *Aspergillus* wird im Abschnitt „Elektrolytaufnahme“ behandelt. Nach ZOBELL teilen sich Diatomeen (*Nitzschia closterium*) in Reinkultur mit Ammonsalzen als N-Quelle rascher als mit Nitrat oder Nitrit; von Anfang an optimal gestalten sich die Verhältnisse, wenn beide N-Formen vorliegen. Für *Aspergillus* finden FULMER, CHRISTENSEN u. SCHOPMEYER NH_4Cl als ausgezeichnete N-Quelle, was keiner weiteren Bestätigung bedarf; beachtlich ist, daß (bei eng gestaffelter N-Quelle) Wachstumsoptimum (bei 0,275—0,5 % NH_4Cl) und Optimum der Säurebildung (bei 0,188 %) nicht identisch sind. Nach BONNET u. JACQUOT bildet *Aspergillus niger* Oxalsäure nur mit Nitraten als N-Quelle, mit Ammonsalzen nicht, die Bildung von Zitronensäure ist unabhängig von der N-Quelle. Die farblose Alge *Prototheca zopfii* deckt nach BARKER ihren N-Bedarf aus den organischen Verbindungen von Hefeautolysat; auch Ammon-N wird verwertet, aber nur wenn Hefeautolysat anwesend ist. Auch *Colpidium* verwendet — nach HALL u. ELLIOTT im Gegensatz zu anderen Autoren — *Aminosäuren* nur, wenn das Medium an sich schon Wachstum gestattet, für sich allein ermöglichen sie das Wachstum nicht. HEIGENER bestätigt an über 40 Bakterienarten, daß Asparagin, Asparagin- und Glutaminsäure besser als gemeinsame N- und C-Quelle verwertet werden als andere Aminosäuren, wie Alanin, Phenylalanin, Glykokoll, Leuzin; gewisse Unterschiede hierbei könnten sogar diagnostischen Wert haben. Am schwersten wird Betain und Valin angegriffen, schnell dagegen im Boden, so daß nach speziellen Betain- und Valinzersetzern gesucht und 10 neue Arten mit dieser besonderen Fähigkeit beschrieben werden. WAGNER bestätigt, daß *Hefe* mit Glykokoll kaum, mit anderen Aminosäuren, wie Asparagin, Asparaginsäure oder Leuzin, dagegen ausgezeichnet wächst, besser als mit Ammonsalzen. Noch besser sind Mischungen dieser Aminosäuren und unerwartet große Steigerungen brachte Erdnußmehl-Aufschluß oder Leimhydrolysat (mit verdünnter Schwefelsäure gekocht). Ob die bessere Wirkung der Aminosäuren darauf beruht, daß auch das C-Gerüst mit verwertet wird, gestatten ausgeführte C-Bilanzen mit Sicherheit noch nicht zu entscheiden. Nach NIELSEN kann Hefe aus (durch verschieden dichte Kollodiummembranen) dialysierter Bierwürze im wesentlichen nur die niedrigmolekularen N-Verbindungen assimilieren, nicht dagegen den hochmolekularen fast ganz mit Tannin fällbaren N.

Als **Phosphormangelerscheinungen** beschreibt HAAS bei *Citrus*: abnorm sauren Zellsaft der Blätter, verminderten Zuckergehalt, erhöhten Aschegehalt (besonders Na und K), ferner erscheint NO_3 gespeichert und das Wurzelwachstum relativ gefördert. Zugabe von Kieselsäure mildert die P-Mangel-Erscheinungen. Bei *Gerste* wirkt sich P-Mangel nach RICHARDS u. TEMPLEMAN aus in stark herabgesetztem Eiweißgehalt und Ansteigen des Amid-N in älteren Blättern, hier auch An-

häufung von Nitrat, als Ausdruck verminderten Reduktionsvermögens. Bei *Weizen* findet JONES in P-armer Nährlösung die Atmung gehemmt, höheren Gehalt an reduzierenden Zuckern und an löslichem N, geringeren Gehalt an unlöslichem N und an löslichem und unlöslichem P. Die Bedeutung des P wird darin gesehen, im Verein mit den Kohlehydraten ein geeignetes Substrat für die Atmungsenzyme zu schaffen und ferner — indirekt — die Eiweißsynthese zu begrenzen. Den *Wandel der P-Verbindungen* während des Vergilbens untersucht ÉCHEVIN in Blättern verschiedener Bäume. Bei der beobachteten Abnahme des P-Gehalts, vor allem des unlöslichem P, handelt es sich nicht, wie zunächst vermutet worden war, um Phosphoproteide, die in den Stamm zurückwandern, sondern um äther- und benzollösliche Phosphatide oder Lipoide. Es herrscht ein *enger Zusammenhang zwischen Chlorophyll- und Phosphatidgehalt*, völlig vergilbte Blätter sind nicht nur chlorophyll- sondern auch phosphatidfrei. Phytin wurde nur in *Ampelopsis* (wenig) und in *Prunus laurocerasus* (etwas mehr) gefunden. MICHEL-DURAND kann in Fortsetzung seiner Studien die bei *Viscum* beobachtete Anhäufung von organischem P in abfallenden Blättern (vgl. Fortschr. Bot. 5, 189) bei anderen immergrünen Pflanzen nicht bestätigen. In Eicheln (2, 3) sind anfangs $\frac{2}{3}$ des Gesamt-P säurelöslich und davon $\frac{3}{5}$ liegen als Phosphat, also in anorganischer Form vor. Bei der Keimung sind nach 80 Tagen 70—80% des gesamten P aus den Kotyledonen in die junge Pflanze gewandert, die Kotyledonen enthalten Phytin und Phosphat nur mehr in Spuren; doch auch in den neu gebildeten Organen ist Phytin spärlich, besonders nehmen bei der Dunkelkeimung anorganischer und löslicher organischer P zu. HEVESY, LINDERSTRØM-LANG u. OLSEN machen den interessanten Versuch, Maispflanzen nach Vorkultur in gewöhnlicher Nährlösung in eine solche mit äquivalenten Mengen Phosphat in Form des Isotopen P_{32} zu übertragen. Nach 21 Tagen sind 80% des P durch das Isotope verdrängt, was anschaulich den regen P-Austausch und die große Beweglichkeit des P dartut. Die Ansprüche der Pflanzen an die P-Konzentration der Lösung sind nach SOMMER stark abhängig von der Größe der absorbierenden Wurzeloberfläche derart, daß Pflanzen mit viel Wurzelhaaren, wie Weizen, Buchweizen, Tomate, auch noch bei niedrigen P-Konzentrationen gut gedeihen, während Baumwolle, die nur wenig Wurzelhaare ausbildet, höhere Konzentrationen beansprucht (und auch in der Praxis gegen P-Mangel sehr empfindlich ist). Bei Tomate wurde noch beobachtet, daß mit zunehmender Belichtung mehr P verlangt wird und ferner die Reife der Pflanzen bei niederen P-Konzentrationen rascher erfolgt.

Die *Säurebildung bei Aspergillus niger* wird nach BRAUN u. FREY durch steigende Mengen Phosphat nicht wesentlich beeinflußt, obwohl sich das Myzelgewicht vermehrt und der Zuckerverbrauch erhöht. Auch Phytin hat auf die Säurebildung wenig Einfluß, es wird mehr P als aus Phosphat aufgenommen. Den *P-Gehalt von*

Meeresalgen, wie *Chondrus crispus*, *Polysiphonia fastigiata*, *Dilsea edulis*, untersuchen HAAS u. RUSSELL-WELLS und stellen fest, daß der gesamte P wässriger Extrakte in veresterter Form vorliegt. POSTERNAK arbeitet Methoden aus, um die *organischen P-Verbindungen aus Stärke* zu isolieren und schließt, daß in Knollen-, Rhizom- und Stammstärken der P ätherartig an Glykose gebunden ist, in Körnern dagegen (Getreidestärke) in Phosphatiden gebunden und nicht direkt an die Stärkesubstanz. Die esterartige Bindung des P-Zuckerkomplexes in der Stärke ist jedenfalls sehr fest (PRINGSHEIM), und es gelingt kaum, eine enzymatische Abspaltung unter Schonung des Kohlehydrats, da selbst bei vollständiger Hydrolyse der Stärke die Phosphorsäure nicht frei wird.

BERTRAND u. SILBERSTEIN finden den *P- und S-Gehalt* von Pflanzen auf gleichem Boden je nach Pflanzenart sehr verschieden, der S-Gehalt schwankt noch mehr (0,15—1,9 %) als der Gehalt an P (0,24—0,85 %); derart ist auch das Verhältnis S/P je nach Pflanze sehr verschieden (0,8—1,6, im Extrem 0,36—4,02). FRAZER findet Koniferennadeln aus Industriegebieten S-reicher als aus industriearmen Gegenden, offenbar wird S aus den Abgasen aufgenommen. Was im übrigen *Schwefel* anbelangt, prüft STEINBERG (2) verschiedene S-Quellen für *Aspergillus niger* und findet Sulfate besser geeignet als Sulfite, Zystin und Thiosulfat gut, Rhodankalium schwerer assimilierbar. *Azotobacter chroococcum* vermag nach GREAVES u. ANDERSON S anscheinend nur in Form von Sulfat aufzunehmen und andere S-Verbindungen nur, soweit sie in Sulfat umgewandelt werden. So erwiesen sich gleich gut geeignet Sulfat, Sulfit, Sulfid, Sulfurylchlorid, kolloidaler Schwefel, Äthylsulfat, Thiokarbamat, in beimpften Lösungen war hierbei überal Sulfat nachweisbar. Auch Zystein ist ohne Hemmung der N-Bindung geeignet, während Thiozyanat oder Sulfanilat zwar Wachstum, aber keine N-Bindung gestatten. Senföl und Schwefeljodid gestatten weder Wachstum noch N-Bindung. Die Bedeutung des S sehen MAST, PACE u. MAST — auf Grund der beobachteten fettigen Degeneration von *Chilomonas* bei Fehlen von S, vgl. Fortschr. Bot. 5, 191 — nach wie vor in einem wesentlichen Einfluß auf die Fettoxydation, verbunden mit Reduktion von Zystin zu Zystein. *Selen* wird von amerikanischen Autoren mehrfach geprüft im Hinblick auf seine Verwendung bei der Schädlingsbekämpfung. TRELEASE u. MARTIN beschreiben die bisher beobachteten Se-Schädigungen an Pflanzen. HURD-KARRER u. KENNEDY wiederholen (vgl. Fortschr. Bot. 3, 119), daß sich Se-Schädigungen bei Getreide durch S wirksam bekämpfen lassen; Düngung mit Schwefelblumen oder Gips bewirkt, daß der Se-Gehalt von Getreidekörnern wesentlich abnimmt, wie auch im Tierversuch gezeigt wird. MARTIN dagegen findet diesen Antagonismus S/Se nur bei kleinen Se-Mengen wirksam, gefährlich ist die durch Se hervorgerufene starke *Chlorose* mit dem dadurch bedingten Ertragsrückgang, im übrigen ist aber Se für Tiere zweifellos giftiger als für Pflanzen.

Von den **Halogenen** wurde **Chlor** zum Teil schon im Zusammenhang mit den Alkalien behandelt. BOENING schreibt dem Cl-Gehalt der Düngesalze in der neuerdings viel bearbeiteten *Abbaufrage bei Kartoffeln* große Bedeutung zu, es sei nicht ausgeschlossen, daß zwischen Chloridfestigkeit und Widerstandskraft gegen Abbau bei verschiedenen Sorten enge Beziehungen bestehen. BERKNER u. HECKER bestätigen, wie schon mehrfach festgestellt wurde, daß 40proz. Kalisalz den *Stärkegehalt von Kartoffeln* vermindert, schwefelsaures Salz läßt ihn unbeeinflußt oder steigert sogar. Deuten solche Befunde auf eine Aktivierung der Diastase durch Cl (vgl. JAMES u. CATTLE, S. 167), so wird nach HAARMANN u. BARTSCHER die Wirksamkeit von Malzdiastase — im Gegen-

satz zu tierischen Diastasen wie Ptyalin oder Pankreatin — durch sämtliche untersuchten Chloride der Alkalien und Erdalkalien bis zu 25—30% herabgesetzt; dabei ist nicht allein das Cl-Ion maßgebend, sondern auch die Kationen, wobei mit steigender Konzentration der Salze die Zuckerbildung um so stärker gehemmt wird, je niedriger das Atomgewicht des Metalls ist. Die blässere Farbe von Kartoffelblättern bei erhöhter Cl-Düngung beruht nach BASSLAVSKAYA u. SYROESHKINA nur scheinbar auf geringerem Chlorophyllgehalt, da gleichzeitig der Wassergehalt erhöht wird; auf Trockengewicht bezogen, erscheint der Chlorophyllgehalt erst gegen Ende der Vegetationsperiode erniedrigt¹. MASAewa führt die durch Chloride bedingte Ertragsminderung bei Lein nicht allein auf erhöhte Cl-Aufnahme, sondern auch auf damit verbundene erhöhte Ca- und verminderte K-Aufnahme, also ungünstige Verschiebung des K/Ca-Verhältnisses zurück. Auch andere kalkscheue Pflanzen, wie gelbe Lupine, Serradella, Buchweizen, Tabak, Digitalis sind gegen Cl empfindlich, so daß Chloro- und Kalziophobie als Parallelerscheinungen angesehen werden. Das mehrfach beschriebene gegensinnige Verhalten von Cl und SO₄ auf verschiedene Erscheinungen (vgl. SCHMALFUSS [3] u. a.) überträgt ISAKOVA auf die Rhizosphäre von *Boehmeria nivea*. Chloride fördern Ammonifikation und Saccharosespaltung, hemmen Glykoseabbau und Zersetzung organischer Säuren; Versalzung durch Sulfate wirkt gerade umgekehrt, auch hinsichtlich der Deformation des Wurzelsystems.

Den **Borgehalt** von auf demselben Boden gewachsenen Kulturpflanzen finden BERTRAND u. DE WAAL sehr verschieden: am niedrigsten bei Getreide (2,3—5 mg je kg Trockengewicht), es folgen Spinat mit 10,4 mg, Karotten mit 25 mg, Leguminosen 35—70 mg, Zuckerrübe 75,6 mg, Mohn 94,7 mg. Nach McLEAN u. HUGHES enthalten *Vicia faba* und *Gossypium herbaceum* am meisten B in den Blättern, mit dem Alter zunehmend; Blattstiele und Stengelspitzen etwa doppelt soviel wie die älteren Stengelteile; die Wurzeln enthalten wenig B, die Samen nur in den Kotyledonen. EATON u. BLAIR finden in den Blatträndern von Citrus 30mal soviel B wie in den Blattadern; vermutlich gelangt das B mit dem Transpirationsstrom in das Blatt und wird hier in organischer Bindung festgelegt. Bei Pfropfungen ist der B-Gehalt der aufgepfropften Pflanze abhängig von der B-Aufnahme der Unterlage; so wurde z. B. in Pfropfungen von Sonnen-

¹ Bei dieser Gelegenheit sei auf die bereits mehrfach und gründlich erörterte Frage richtiger „Bezugsgrößen“ hingewiesen. Eine schlechthin gültige Bezugsgröße läßt sich kaum namhaft machen; wohl aber sollte dieser Frage immer besondere Aufmerksamkeit geschenkt und nicht nur das Trockengewicht berücksichtigt werden, da Aussagen über „Mehr“ und „Weniger“ bei einem Vergleich verschiedener Reihen je nach der Bezugsgröße sehr verschieden ausfallen können und derart auch die daraus gezogenen physiologischen Schlußfolgerungen.

blume (*Helianthus annuus*) und Topinambur (*Helianthus tuberosus*) gefunden (ppm B je Trockengewicht):

	ältere Blätter	jüngere Blätter		ältere Blätter	jüngere Blätter
annuus auf annuus . . .	936	494	tuberosus auf tuberosus .	1520	1224
„ „ tuberosus . . .	1470	1128	„ „ annuus . . .	711	414

Ähnliche Ergebnisse brachten Pfropfungen von Eureka lemon (*Citrus limonia*) und Chinese box orange (*Severinia buxifolia*). B-Mangel äußert sich nach ELTINGE bei Mais nicht anders wie bei der bisher genauer untersuchten *Vicia faba*. Bemerkenswert ist, daß das B in der Pflanze *anscheinend festgelegt wird* und zum Aufbau neuer Organe schwer mobilisierbar ist, denn auch an älteren normal mit B ernährten Pflanzen treten nach Übertragen in B-freie Lösung an den wachsenden Organen Schädigungen auf. Die Krankheitssymptome von B-Mangel bei Tomaten beschreibt VAN SCHREVEN.

Nach O'BRIEN (vgl. auch O'BRIEN u. DENNIS) kann eine als „raan“ bezeichnete Krankheit bei Kohlrüben, besonders bei starker Kalkung, durch B geheilt werden. Bildung von „innerem Kork“ bei Äpfeln, eine Erscheinung, die in Obstgärten von Neuseeland großen Schaden anrichtete, beruht nach ASKEW u. CHITTENDEN auf B-Mangel. Hinsichtlich der bisher ausschließlich als B-Mangelkrankheit angesehenen *Herz- und Trockenfäule* der Rüben (vgl. Fortschr. Bot. 2, 164; 4, 198) unterscheidet STORCK zwei Krankheitsstadien: 1. eine Stoffwechselkrankheit, verursacht durch übermäßige Alkaliaufnahme (besonders Na) und 2. eine Fäulniskrankheit, bedingt durch Fäulnisbakterien im Boden. B soll nur die Fäulniserreger im Boden vernichten, auf den Stoffwechsel der Rübe aber keinen Einfluß haben und durch Mittel (z. B. einen untersuchten Bernburger Abfallton) zu ersetzen sein, die durch Basenaustausch die Alkalikonzentration im Boden und derart die Alkaliaufnahme durch die Pflanzen herabsetzen.

Nach SREENIVASAN wirkt *Silikat*düngung zu Reis in trockenen Böden sehr günstig, in feucht gehaltenen nehmen die Pflanzen ohnehin mehr Mineralstoffe, und besonders Si, auf. Im Boden verhalten sich Silikate ähnlich Phosphaten, nur daß der Komplex Boden-Silikat stabiler ist und nachfolgende Phosphate weniger festgehalten werden, so daß den Pflanzen mehr lösliche Phosphorsäure zur Verfügung steht. Bei chronischer *Arsen*vergiftung von *Euglena gracilis* wollen RYBINSKY u. ZRYKINE Zunahme der Thymonukleinsäure im Zellkern beobachten. CHALLENGER u. HIGGINBOTTOM bemühen sich, den Mechanismus der bekannten *Bildung von Trimethylarsin* durch *Penicillium brevicaula* zu erklären, vor allem die Frage, ob die Methylierung über Formaldehyd oder Essigsäure oder durch freie Methylgruppen bewirkt wird. Wahrscheinlich geht der Weg über Essigsäure, wie aus dem Eintreten bzw. Ausbleiben einer Methylierung verschieden substituierter Arsin- und Arsonsäuren unter der Einwirkung dieses Pilzes geschlossen wird (CHALLENGER u. RAWLINGS).

Die **Bedeutung organischer Stoffe** für das Pflanzenwachstum kann hier nur gestreift werden¹. Ausgedehnte Untersuchungen indischer Forscher (SUBRAHMANYAN, SIDDAPPA, IYENGAR, NARASIMHAMURTHY) betreffen mehr die *Zersetzung organischer Substanz im Boden* und dadurch sekundär bewirkte Erscheinungen; es sei nur erwähnt, daß bei

¹ Ein Referat von GORDON unterrichtet über Torf und Torfdünger.

Zufuhr von organischer Substanz mehr Ferroeisen in Lösung geht. Bei der immer wieder behaupteten Förderung durch *Humus* oder *Humuspräparate* spielt ja die Fe-Frage eine entscheidende Rolle, wie BURK, LINEWEAVER u. HORNER für *Azotobacter* und OLSEN für höhere Pflanzen gezeigt haben (vgl. Fortschr. Bot. 2, 166 bzw. 5, 192). ÅSLANDER schreibt den stimulierenden Einfluß von Extrakten aus Mineral- und Humusböden ihren physikalischen Eigenschaften zu. Nach PRINGSHEIM aber beruht die günstige Wirkung einer Erdabkochung auf Algen- oder Protozoenkulturen nicht auf Pufferung, Entgiftung, bestimmten Nährelementen u. dgl., sondern auf „Humusstoffen“; Präparate wie Torfdekokt, Ligninpräparate, Kaßler Braun, Karamelstoffe wirken ähnlich. Mit Wuchsstoffen wie Auxin, Wuchsstoff B, Biotin sollen diese Stoffe auf Grund ihrer Löslichkeit und ihres Verhaltens zu H_2O_2 nicht identisch sein. ALLISON u. HOOVER betonen erneut die Notwendigkeit eines aus Zucker oder Kulturen von *Azotobacter vinelandii* hergestellten, aber auch sonst in pflanzlichen und tierischen Stoffen weit verbreiteten „Coenzym R“ für Knöllchenbakterien. Auf *Azotobacter* wirken auch (synthetische) coenzymfreie Fe-haltige Humuspräparate sehr günstig, der Fe-Bedarf von *Rhizobium* (*trifolii* und *meliloti*) aber ist nur gering, bei diesen Organismen bewirkt das genannte Coenzym R starke Wachstumssteigerung. THORNE u. WALKER allerdings bestreiten die Notwendigkeit eines solchen Coenzym R und behaupten, daß Knöllchenbakterien in synthetischem Medium auch ohne Zusatzstoffe unbegrenzt weiterwachsen können. Zweifellos ist wohl die *Notwendigkeit von Vitamin B₁* für *Phycomyces* (SCHOPFER), der so empfindlich reagiert, daß darauf ein außerordentlich feiner, gegenüber dem Rattentest 100mal empfindlicherer Test gegründet werden kann. Milchsäurebakterien brauchen nach ORLA-JENSEN, OTTE u. SNOG-KJÆR Bios, Laktoflavin und wahrscheinlich noch einen dritten Faktor, die, da Pepton allein genügt, alle darin enthalten sind (in verschiedenen Peptonen in verschiedenem Ausmaß). Für den hautpathogenen Pilz *Trichophyton interdigitale* ist nach MOSHER, SAUNDERS, KINGERY u. WILLIAMS mindestens einer der Stoffe Pantothensäure, Vitamin B, Inosit, Laktoflavin nötig, am besten alle vier, doch kann der Pilz merkwürdigerweise, wenn einer vorhanden ist, die anderen selbst aufbauen. Pantothensäure fördert das Wachstum von *Ricciocarpus natans*, doch halten sie deswegen WILLIAMS u. ROHRMANN nicht für unentbehrlich, sondern nur als Stimulans. Technisches Progynon und krist. Follikelhormon hat nach LUND auf das Wachstum von *Aspergillus niger* und *Sacch. cerevisiae* keinerlei Einfluß. Für höhere Pflanzen liegen also — und deswegen wurde hier diese Frage gestreift — nach wie vor für die Notwendigkeit bestimmter organischer Stoffe keinerlei Anhaltspunkte vor, auch bei niederen autotrophen Formen erscheint es mehr als fraglich; anders bei heterotrophen Organismen, doch bedürfen auch hier noch manche strittige Punkte

einer Klarstellung. Es wäre nur erwünscht, wenn alle Beobachtungen mit ähnlicher Sorgfalt analysiert würden wie die von RIPPPEL u. LEHMANN (auch von VIRTANEN) festgestellte Wachstumsförderung von *Aspergillus niger* und *Azotobacter* durch kleine Mengen Agar, die, wie verschiedene Extrakte aus Agar zeigen, nicht stofflicher Natur ist, sondern auf physikalischen Veränderungen des Mediums (Erhöhung der Viskosität, und der Oberflächenspannung) beruht.

Hinsichtlich der physiologischen Wirkung von schwerem Wasser (vgl. Fortschr. Bot. 5, 195) sei auf die Zusammenstellungen von REITZ und von HEVÉSY verwiesen. Es kann kein Zweifel bestehen, daß die untersuchten Objekte — von Pflanzen meist Algen, Pilze und Hefen — durch höhere D_2O -Konzentrationen geschädigt werden. Wenn auch widerstandsfähige Formen wie *Chlorella* in 99proz. D_2O nach einem Monat noch ebensogut aussehen wie in H_2O (MEYER), so wird doch auch bei *Chlorella* Atmung und CO_2 -Assimilation in konzentriertem D_2O gehemmt (SHIBATA u. WATANABE). Nach Untersuchungen von REITZ u. BONHÖFFER, GEIB u. BONHÖFFER, SALZER u. BONHÖFFER nehmen auto- und heterotrophe Organismen (Algen, Hefe, *Aspergillus*) schweres Wasser nicht nur austauschbar auf, sondern bauen erhebliche Mengen D in die Körpersubstanz ein. Detaillierte Analysen an Hefe deuten darauf hin, daß um so mehr D eingebaut wird, je länger der Weg ist, den eine Substanz bei ihrer physiologischen Entstehung zurücklegt (z. B. Zellulose im Gegensatz zu Glykogen). Beachtlich sind auch Feststellungen von Fox, wonach Enzyme wie Katalase oder Amylase durch D_2O nicht beeinträchtigt werden und mit D_2O im Einschmelzrohr behandelte Stärke sogar rascher hydrolysiert wird. Die geringere Beweglichkeit von D bzw. höhere Viskosität von D_2O gegenüber H bzw. H_2O läßt die Permeabilität (von Erythrozyten) gegen schweres Wasser verringert erscheinen (BROOKS, PARPART). — Über die Besonderheiten des (gewöhnlichen) Wassers und der wässrigen Lösungen gibt ULICH einen Überblick, in dem die neueren physikalischen Vorstellungen über Struktur und Eigenschaften geschildert werden.

Elektrolytaufnahme.

Die Vorstellungen von OSTERHOUT¹ einerseits und LUNDEGÅRDH andererseits über den Mechanismus der Elektrolytaufnahme wurden bei früherer Gelegenheit in Kürze, soweit es der verfügbare Raum gestattet, dargelegt (vgl. Fortschr. Bot. 2, 176; 5, 196/97). Von LUNDEGÅRDH liegen neue experimentelle Ergebnisse nicht vor, so daß der hypothetische Charakter mancher seiner Aussagen nach wie vor als solcher angenommen werden muß. Mit den (vornehmlich aus Modellversuchen entwickelten) Vorstellungen von OSTERHOUT sind neuere Ergebnisse seiner Mitarbeiter schwer in Einklang zu bringen, eine endgültige Diskussion wird für später zurückgestellt.

So dringen zwar (JACOBS u. STEWART) *Ammonsalze schwacher Säuren* rasch, Ammonsalze starker Säuren nur langsam in die Zelle ein, so daß *Arbacia*-Eier infolge osmotischer Wasseraufnahme zwar in $NH_4Cl + NH_4$ -Azetat, nicht dagegen in $KCl + NH_4$ -Azetat oder in NH_4Cl allein anschwellen, und die *Aufnahme von*

¹ Vgl. auch ein Sammelreferat von OSTERHOUT über Elektrolytaufnahme großzelliger Algen.

Schwefelwasserstoff in *Valonia macrophysa* (JACQUES [2]) geht proportional der Außenkonzentration an molekularem H_2S (Eindringen undissoziierter Moleküle durch die nichtwässrige Plasmaoberfläche). Die *Aufnahme von Guanidin* aber (JACQUES [1]) steigt wohl mit zunehmender Außenkonzentration, jedoch nicht proportional, so daß reversible Bindung zwischen der eindringenden Base und den sauren Plasmabestandteilen angenommen wird. Völlig widersprechend sind Beobachtungen über *K-Aufnahme durch Nitella flexilis* (JACQUES u. OSTERHOUT). Befunde an *Valonia* hatten sich noch befriedigend in dem Sinn deuten lassen (vgl. Fortschr. Bot. 5, 198), daß die K-Aufnahme durch das Verhältnis der Produkte der Ionenkonzentrationen (besser Ionenaktivitäten) $K_a^+ \cdot OH_a^- > K_i^+ \cdot OH_i^-$ bestimmt wird. Bei *Nitella* erweist sich nun aber die Aufnahme von K weder vom p_H (6—8) noch von der Konzentration in weitem Bereich (0,0001—0,01 m) abhängig. Wenn der genannte Gradient entscheidend sein soll, müßten die Ionenaktivitäten innen kleiner sein, als den analytischen Werten entspricht oder andere Faktoren mitspielen. Eine sorgfältige Prüfung zeigt, daß das gesamte im Zellsaft vorhandene K in ionisierter Form vorliegt (wie es schon HOAGLAND festgestellt hatte, vgl. auch MORRIS u. SAYRE, ferner TYNER), Bindung an Kolloide oder in Form schwerlöslicher Salze also nicht angenommen werden kann; und anstatt des KOH- den $KHCO_3$ -Gradienten heranzuziehen, scheidet daran, daß eine Änderung des p_H im Zellsaft (durch eingedrungene H_2CO_3) nicht festzustellen war und ferner kein Unterschied zwischen Licht- und Dunkelversuchen besteht, so daß auch ein möglicher assimilatorischer Verbrauch von Kohlensäure nicht in Frage kommt. Es bleibt also vorläufig nur der Ausweg "that in some way, not yet known, the 'effective' internal product (K) (OH) is less than the product calculated from the hydrogen ion activity and the potassium concentration", und die Entscheidung muß weiteren Versuchen überlassen bleiben. In Versuchen von JACQUES (3) mit *noch niedrigeren K-Konzentrationen* (0,00001 m) bei p_H 6—8 erwies sich die K-Aufnahme um so größer, je niedriger der p_H war, während die Cl-Konzentration des Zellsaftes konstant bleibt, womit die Verhältnisse noch unklarer werden, wenn die einmal gewählte Formulierung starr festgehalten werden soll.

Als dritte Richtung — neben OSTERHOUT u. LUNDEGARDH — könnte man die Anschauungen jener Autoren (HOAGLAND, STEWARD) bezeichnen, nach denen die *Salzaufnahme aufs engste mit energieliefernden Prozessen verknüpft* ist (vgl. Fortschr. Bot. 2, 175, 179; 3, 119, 123; 4, 205). Mit LUNDEGARDH gehen diese Autoren insofern konform, als auch sie den Mechanismus der Salzaufnahme nicht von rein physikalisch-chemischen und thermodynamischen Gesichtspunkten und aus modellmäßig gestalteten Versuchen herleiten (vgl. die scharfe Kritik von STEWARD an OSTERHOUT), sondern immer im *Zusammenhang mit dem gesamten Stoffwechselgeschehen* der Pflanze betrachten. Im einzelnen ergeben sich aber nicht unwesentliche Verschiedenheiten der Auffassung, und es wäre nur erwünscht, wenn diese Differenzen beiderseits befriedigend gelöst würden, damit sich diese pflanzenphysiologisch zweifellos ansprechenderen Richtungen nicht auseinander entwickeln, sondern eine geschlossene Vorstellung des viel umstrittenen Problems ermöglichen.

Vor allem methodisch beachtlich sind Bemühungen von HOAGLAND u. BROYER, nach denen *abgeschnittene Wurzeln* ein geeignetes Versuchsobjekt für Untersuchungen über Salzaufnahme darstellen, wenn man bei der Vorkultur der Pflanzen eine Reihe von Momenten beachtet und

besonders auf hohen Kohlehydrat- und niederen Salzgehalt der Wurzeln sieht. Man hat dann ein Material, welches gestattet, von den spezialisierten und mit ganzen höheren Pflanzen nicht ohne weiteres in Parallele zu setzenden Verhältnissen bei großzelligen Algen oder Gewebeschnitten abzurücken, ohne andererseits das schwierige Konstanthalten der Bedingungen bei intakten höheren Pflanzen mit in Kauf nehmen zu müssen. "Justification is found for emphasizing once more that accumulation of salt by the living cell is not merely a question of permeability. Indeed, many of the methods used in the study of permeability are of such a nature as to preclude the possibility of obtaining data on the absorption and accumulation of solutes by normal metabolizing cells." Die Aufnahme von KBr erfolgt wieder *entgegen dem Konzentrationsgefälle*, kann also kein einfacher Diffusionsvorgang sein. Die *Temperatur* spielt bei der Aufnahme eine große Rolle, was noch genauer zu präzisieren sein wird. Im übrigen zeigen auch diese Versuche an abgeschnittenen Wurzeln, wie STEWARD, BERRY u. BROYER an Karotten- und Topinamburschnitten festgestellt hatten, daß ein enger *Zusammenhang mit der Atmung* besteht. Die Salzaufnahme wird bei verminderter Sauerstoffversorgung gehemmt, bei erhöhter Sauerstoffversorgung gesteigert, und zwar *sowohl die Anionen- wie die Kationenaufnahme*, was schon STEWARD Anlaß gegeben hat, gegen LUNDEGÅRDH zu polemisieren: 1. daß auch die Kationen-, nicht nur die Anionenaufnahme durch die Atmung beeinflußt wird, und 2. daß nur die Sauerstoffatmung maßgebend ist, nicht auch anaerobe Vorgänge.

An die von HOAGLAND u. BROYER ausgearbeitete Methode mit abgeschnittenen Wurzeln anknüpfend, stellen PREVOT u. STEWARD den zeitlichen Verlauf der Salzaufnahme von salzarmen, salzreichen Wurzeln und von Kartoffelschnitten gegenüber, wobei sich salzreiche Wurzeln mit ihrem linearen Anstieg wie Kartoffelschnitte verhalten, während salzarme Wurzeln einen anderen Kurvenverlauf zeigen (rascher Anstieg zu einem Maximum und dann langsamer Abfall infolge Salzsättigung); auch salzreiche Wurzeln verhalten sich so, wenn ihnen gleichzeitig Zucker geboten wird, womit der enge *Zusammenhang zwischen Salz- und Kohlehydratgehalt des Objekts und Ionenaufnahme* nochmals belegt wird. In der Hauptsache versuchen aber PREVOT u. STEWARD durch Unterteilung der Wurzeln (Hordeum, Vicia faba, Gossypium) in 1 cm lange Stücke, den *Ort der Absorptionszone* festzulegen und finden das *Maximum der Salzanreicherung in der Nähe der Spitze*, von hier gegen die ersten Seitenwurzeln abnehmend. In anatomischen Untersuchungen wird die Ausbildung des Leitungssystems gegenübergestellt ("the histology of the endodermis and the incidence of vascular differentiation may serve to define the region of most rapid removal, but they are not concerned directly with absorption and accumulation of salts by roots"); vor allem aber wird auf die rege Stoffwechseltätigkeit der Wurzelspitze (Zell-

teilungen!) hingewiesen. Es ist nicht uninteressant, diesen Ergebnissen über Salzaufnahme die Befunde von BREWIG gegenüberzustellen, nach denen die *Zone maximaler Wasseraufnahme* nicht — wie zunächst (SIERP u. BREWIG) vermutet — an der Wurzelspitze liegt, sondern einige Zentimeter davon entfernt ist und bei starker Transpiration sich nach dem Sproß zu ausdehnt. Die Zonen maximaler Salz- und maximaler Wasseraufnahme fallen also nicht zusammen, sondern sind räumlich getrennt.

Zu der wichtigen Frage nach den Zusammenhängen zwischen **Transpiration und Salzaufnahme** bringen Untersuchungen von SCHMIDT an Sancheziastecklingen einen wertvollen Beitrag, um so mehr als auch der Einfluß des Lichtes berücksichtigt und einerseits bei konstanter Wasseraufnahme die Belichtung, andererseits bei konstanter Belichtung die Wasseraufnahme variiert wurde. Die absolute (stündliche) Aufnahme der Ionen Ca, Mg, NO₃ und PO₄ erwies sich in den kurzdauernden Versuchen als eine *lineare Funktion der Wasseraufnahme*, während für K eine Sättigungskurve erhalten wird. Relativ, bezogen auf die Menge in der Nährlösung, ist die Ionenaufnahme für Ca, Mg, PO₄ kleiner als 1, während sie für NO₃ immer über 1 liegt und bei geringer Wasseraufnahme bis 6 erreichen kann. (NO₃ verschwindet als solches im Stoffwechsel!) Wichtig ist, daß — bei konstanter Wasseraufnahme — sowohl die absolute als auch die relative Ionenaufnahme von der *Belichtung des Sprosses* abhängt, sogar (in Dunkelversuchen) von der Stärke der vorhergehenden Belichtung. Damit erscheint die Salzaufnahme zwar weitgehend von der Wasseraufnahme abhängig, aber auch von der Photosynthese (und Atmung) der oberirdischen Organe. Methodisch weniger sorgfältige Versuche von FREELAND (Sandkulturen in trockener und feuchter Atmosphäre) lassen die Salzaufnahme bei stärkerer Transpiration immer erhöht erscheinen, doch bleibt die Zunahme an Aschebestandteilen hinter der Steigerung der Wasseraufnahme zurück. Der höhere Salzgehalt ist hauptsächlich in den Wurzeln zu finden, weniger in den Blättern und am wenigsten in den Stengeln.

Versuche von ITZEROTT bestätigen, daß auch bei *Aspergillus niger* eine **p_H-Abhängigkeit** der Nitrat- und (weniger ausgeprägt) der Ammonaufnahme besteht. Aus NH₄NO₃ nimmt der Pilz Nitrat erst bei p_H < 3, dann aber in großen Mengen auf, aus KNO₃ wird Nitrat schon bei p_H 5.4 aufgenommen. Mit der p_H-Abhängigkeit der Nitratreduktion, die bei etwa 7,5 liegt, stimmt die Nitrataufnahme nicht überein, kann also nicht darin ihren Grund haben, dagegen fallen die p_H-Abhängigkeit von Nitratassimilation und -speicherung zusammen. Beziehungen zum IEP der Plasmakolloide, wie sie RIPPEL als entscheidend ansah, werden abgelehnt und ebenso eine Erklärung durch Permeation von undissoziierten HNO₃-Molekülen. Die Ammonaufnahme bei p_H < 6, wo die Menge der undissoziierten NH₄OH-Moleküle praktisch gleich Null ist,

wird in Anlehnung an OSTERHOUT so erklärt, daß auch bei Fehlen einer meßbaren NH_4OH -Konzentration ein Potentialgefälle $(\text{NH}_4)(\text{OH}')$ außen zu $(\text{NH}_4)(\text{OH}')$ innen bestehen kann, das, da überdies NH_4 von der Zelle ständig verbraucht wird, zu einer ausreichenden Versorgung der Zelle mit $\text{NH}_4\text{-N}$ genügt. Die theoretische Seite dieser Arbeit seiner Schülerin ergänzt BUENNING durch Versuche mit verschiedenen *Farbstoffen*, die zeigen, daß saure Farbstoffe wie Cyanol, Methylorange usw. von *Aspergillus* unter $p_{\text{H}} 3$ gut aufgenommen, über $p_{\text{H}} 3$ wieder abgegeben werden. Bei basischen Farbstoffen ist das Umgekehrte der Fall, sie werden über $p_{\text{H}} 3$ bis ins alkalische Gebiet gut aufgenommen, unter $p_{\text{H}} 3$ leicht abgegeben. Unter Ablehnung der Lipoidtheorie und der Bedeutung des IEP der Plasmakolloide wird die Erklärung darin gesehen, daß die Farbstoffspeicherung bedingt wird durch *Adsorption an die Zellsaftkolloide* (der Durchtritt durch den Protoplasten ist ein einfacher Diffusionsvorgang): bei schwach saurer Reaktion ($p_{\text{H}} > 3$) ist der p_{H} des Zellsaftes größer als der IEP der Kolloide, es werden basische Farbstoffe adsorbiert, bei stark saurer Reaktion sind entsprechend die Kolloide positiv gegen den Zellsaft, was Adsorption saurer Stoffe bedingt. NO_3' verhält sich wie saure Farbstoffe und wird analog in seiner Aufnahme bestimmt. Der noch untersuchte Einfluß von Kationen wie Ca oder Al wird nicht in Änderungen der Permeabilität gesehen, sondern nur in einem Einfluß auf das Speichervermögen; denn nur basische Farbstoffe werden am Eintritt gehindert (und angefärbte Hyphen durch Ca oder Al rasch wieder entfärbt), während saure Farbstoffe weder am Eintritt gehindert werden noch besteht ein Einfluß hinsichtlich Entfärbung.

Hier sei noch nachgetragen, daß KEDROWSKY (zit. Fortschr. Bot. 3, 121) nach Versuchen an *Opalina ranarum* die *Farbstoffspeicherung* letzten Endes als *elektrochemischen Prozeß* ansieht, wobei die positive Ladung vorgebildeter Elemente eine entscheidende Rolle spielt; die fettunlöslichen sauren Farbstoffe gehen, wenn sie eindringen, mit Eiweißstoffen eine Verbindung ein. Damit wird aber die Frage nach dem Mechanismus der Vitalfärbung überhaupt berührt, worauf einzugehen hier nicht der Platz ist. Erwähnt sei nur noch, daß CZAJA aus Anfärbeversuchen mit Zellen höherer Pflanzen („alkalischer Membraneffekt“), wonach die Zellwand die ionisierte Farbstoffbase aufnimmt und das anorganische Anion quantitativ zurückläßt, folgert, daß die *Zellwand* wesentlichen Anteil an der Kationenaufnahme in die lebende Zelle hat.

Auf *Adsorptionsvorgänge als Grundlage der Ionenaufnahme* ist mehrfach hingewiesen worden (vgl. Fortschr. Bot. 2, 178; 3, 122; 4, 205; 5, 196). Nach LAVOLLA (1) folgt die Kationenaufnahme bei Zeolithen, Permutiten und Kolloiden, wie Silizium-, Eisen-, Aluminiumoxyd, in erster Annäherung befriedigend einer

FREUNDLICHschen Adsorptionsisotherme $y = k \cdot x^{\frac{1}{p}}$ bzw., da es sich in der Regel um den Austausch zweier Ionen handelt, der Form $\left[\frac{C_1}{C_2}\right] = k \left[\frac{C_1}{C_2}\right]^\alpha$. Zahlreiche zitierte Arbeiten über Salzaufnahme und Wachstum verschiedener Objekte stimmen damit überein. Wenn sowohl Kationenaufnahme (Y) als auch Wachstum (P) derselben Funktion folgen, müssen auch beide in einer einfachen Beziehung

$Y = k \cdot P^x$ zueinander stehen, was gleichfalls als zutreffend erachtet wird. In einer weiteren Arbeit (2) werden diese Erwägungen ausgedehnt auf Wachstum und Ertrag in Abhängigkeit von dem im Minimum vorhandenen Nährstoff, wobei diese Parabel $(P = \pi \cdot x^{\frac{1}{y}})$, obwohl sie mit den experimentellen Ergebnissen nicht so gut übereinstimmt, der MITSCHELICHschen Exponentialkurve $P = A(1 - e^{-cx})$ vorgezogen wird, um das gesamte Geschehen in grundsätzlich einer Formel zu fassen. Eine Erklärung für Ionenaufnahme oder Wachstum soll damit nicht verbunden sein, sondern nur eine mögliche (und einheitliche) mathematische Präzisierung experimentell ermittelter Verhältnisse. Es ist hier nicht der Ort, das mehr entwicklungsphysiologische und mehrfach behandelte Problem von „Wachstums“- oder „Ertrags“-kurven samt den mathematischen Formulierungen und Ableitungen weiter zu erörtern.

Weniger wichtige Beobachtungen übergehend, sei schließlich nur noch auf die Analysen von COLLANDER am *Zellsaft verschiedener Characeen* hingewiesen (*Chara ceratophylla*, *baltica*, *coronata*, *Nitella flexilis*, *hyalina*, *gracilis*, *Tolypella nidifica*, *Tolypellopsis stelligera*). K wird auch von diesen Algen am intensivsten gespeichert, dann Na, weniger Mg und Ca, minimal das noch untersuchte Sr. Je nach Art und Standort sind die Verhältnisse im einzelnen etwas verschieden, gewisse Beziehungen ergeben sich zwischen den verschiedenen Arten. In Zahlen ausgedrückt, schwankt das Verhältnis der Zellsaftkonzentration zum umgebenden Brack- bzw. Süßwasser, also der Grad der Speicherung, wie folgt: K 650—13000 (!), Cl 100—3300, Na 31—400, Mg 10—50, Ca 4—77. Wenn die letzten Zahlen auch niedrig erscheinen, so bedeuten sie doch, daß selbst von Ca mindestens 4 mal soviel im Zellsaft gespeichert wird als im Außenmedium vorhanden ist; ganz ungeheuerlich ist die (im Extrem) 13000fache Speicherung bei K. Dabei ist die Zellsaftkonzentration weitgehend unabhängig vom Außenmedium, wie aus folgender Tabelle hervorgeht, die die Verhältnisse von *Chara ceratophylla* an zwei extremen Standorten wiedergibt. Die Zahlen bedeuten Milliäqu. je Liter im Zellsaft (Z) und im umgebenden Wasser (W) sowie das Verhältnis Zellsaft zu Wasser (Z/W) und der beiden Standorte (I/VII).

	Chlor			Natrium			Kalium			Kalzium		
	W	Z	Z/W	W	Z	Z/W	W	Z	Z/W	W	Z	Z/W
Standort I . . .	80	232	2,9	68	148	2,2	1,4	69	49	3,8	11	2,9
„ VII . . .	0,13	176	1350	0,21	84	400	0,04	77	1900	3,3	13	3,9
„ I/VII . . .	615	1,3	—	320	1,8	—	35	0,9	—	1,1	0,8	—

Literatur.

- ACHROMEIKO, A. I.: Z. Pflanzenernährg usw. **42**, 156—186 (1936). — ALLISON, F. E., u. S. R. HOOVER: Soil Sci. **41**, 333—340 (1936). — ANDERSSON, B.: Z. physiol. Chem. **242**, 205—209 (1936). — ARLAND, A.: Der experimentelle Nachweis der Beziehungen zwischen Wasserverbrauch und Ernährung bei Getreide. Berlin: Parey 1936. — ARRINGTON, L. B., u. J. W. SHIVE: Soil Sci. **39**, 431—435 (1935). — ASKEW, H. O., u. E. CHITTENDEN: J. Pomol. **14**, 227, 228, 239, 242 (1936). — ÅSLANDER, A.: Z. Pflanzenernährg **44**, 282—306 (1936). — ASPREY, G. F.: Proto-plasma (Berl.) **24**, 497—504 (1935).

- BAIER, C. R.: Zbl. Bakter. II 95, 97—102 (1936). — BALAVOINE, P.: C. r. Soc. phys. Genève 53, 42—44 (1936). — BARKER, H. A.: J. cell. a. comp. Physiol. 7, 73—93 (1935). — BASSLAVSKAYA, S., u. M. SYROESHKINA, Plant Physiol. 11, 149 bis 157. — BEAUMONT, A. B., u. M. E. SNELL: J. agricult. Res. 50, 553—562 (1935). — BECKENBACH, J. R., C. H. WADLEIGH u. J. W. SHIVE: Soil Sci. 41, 469—489 (1936). — BERKNER, F., u. G. HECKER: Landw. Jb. 82, 141—159 (1935). — BERTRAND, G.: Bull. Soc. Chim. biol. Paris 18, 213—224 (1936). — BERTRAND, G., u. R. C. BHATTACHERJEE: (1) Ann. Inst. Pasteur 55, 265—272 (1935). — (2) Bull. Soc. Chim. biol. Paris 17, 1137—1144 (1935). — BERTRAND, G., u. L. SILBERSTEIN: (1) C. r. Acad. Sci. Paris 201, 1449—1453 (1935). — (2) Ann. Inst. Pasteur 56, 644 bis 647; 57, 79—81 (1936). — BERTRAND, G., u. H. L. DE WAAL: (1) C. r. Acad. Sci. Paris 202, 605—609 (1936). — (2) Ann. Inst. Pasteur 57, 121—126 (1936). — BOAS, FR.: Landw. Wbl. Bayern 1934, 1087. — BÖNING, K.: Angew. Bot. 17, 323—335 (1935). — BONNET, R., u. R. JACQUOT: C. r. Acad. Sci. Paris 200, 1968—1970 (1935). — BORESCH, K.: Tab. biol. period. 4, 315—353 (1935). — BORTELS, H.: Zbl. Bakter. II 95, 193—218 (1936). — BORZINI, G.: Boll. staz. pat. veg. 15, 200 (1935). — BOY, G.: Bull. Soc. Chim. biol. 17, 1414—1426 (1935). — BRAUN, W., u. A. FREY: Biochem. Z. 285, 219—227 (1936). — BRENCHELY, W. E.: Bot. Rev. 2, 173—196 (1936). — BREWER, A. K.: J. amer. chem. Soc. 58, 365 bis 370 (1936). — BREWIG, A.: Jb. Bot. 82, 803—828 (1936). — BROOKS, S. C.: J. cellul. a. comp. Physiol. 7, 136—171 (1935). — BRUSSOFF, A.: Arch. Mikrobiol. 6, 471 bis 474 (1935). — BÜNNING, E.: Flora (Jena) 31, 87—112 (1936).
- CHALLENGER, FR., u. C. HIGGINBOTTOM: Biochem. J. 29, 1757—1778 (1935). — CHALLENGER, FR., u. A. A. RAWLINGS: J. chem. Soc. Lond. 1936, 264—267. — CHOKKANNA, I. N. G.: Z. Pflanzenernährg usw. 43, 43—69 (1936). — CLARK, H. E.: Plant Physiol. 11, 5—24 (1936). — COLIN, H., u. M. SIMON: C. r. Acad. Sci. Paris 202, 2171—2173 (1936). — COLLANDER, R.: Protoplasma (Berl.) 25, 201—210. — CONN, H. J.: J. Bacter. 31, 225—233 (1936). — CZAJA, A. TH.: Planta (Berl.) 24, 527—528 (1935).
- DANIEL, H. A.: J. amer. Soc. agr. 27, 922—927 (1935). — DAS, U. K.: Plant Physiol. 11, 251—317 (1936). — DAY, D.: Ebenda 10, 811—816 (1935).
- EATON, FR. M., u. G. Y. BLAIR: Plant Physiol. 10, 411—424 (1935). — ÉCHEVIN, R.: Rev. gén. Bot. 48, 505—517 (1936). — EHRNBERG, P.: Z. Pflanzenernährg 45, 1—55 (1936). — EISENMENGER, W. S.: J. agricult. Res. 51, 919 bis 924 (1935). — ELTINGE, E. T.: Plant Physiol. 11, 765—778 (1936).
- FINCH, A. H.: J. agricult. Res. 52, 363—376 (1936). — FOX, D. L.: J. cellul. a. comp. Physiol. 6, 405—424 (1935). — FOX, D. L., u. R. CRAIG: Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 33, 266—269 (1935). — FRAZER, J.: Plant Physiol. 10, 529—535 (1935). — FREELAND, R. O.: Amer. J. Bot. 23, 355—362 (1936). — FUCHS, W. H.: (1) Ernährg d. Pflanzen 31, 233—234 (1935). — (2) Planta (Berl.) 24, 725—741 (1935). — FULMER, E. I., L. M. CHRISTENSEN u. H. SCHOPMEYER: J. amer. chem. Soc. 57, 1537—1538 (1935).
- GARBER, K.: Landw. Versuchsstat. 123, 277—344 (1935). — GEIB, K. H., u. K. F. BONHÖFFER: Z. physik. Chem. A 175, 459—468 (1936). — GERLACH, W., u. R. MÜLLER: Virchows Arch. 296, 588—598 (1936). — GILBERT, B. E., u. FR. R. PEMBER: Soil Sci. 39, 425—429 (1935). — GOLLMICK, FR.: Zbl. Bakter. II 93, 421 bis 442 (1936). — GORDON, M.: Forsch. dienst 1, 521—528 (1936). — GREAVES, J. E., u. A. ANDERSON: Soil Sci. 41, 197—201 (1935). — GREGORY, F. G., u. E. C. D. BAPTISTE: Ann. of Bot. 50, 579—619 (1936).
- HAARMANN, W., u. K. BARTSCHER: Biochem. Z. 283, 301—311 (1936). — HAAS, A. R. C.: (1) Soil Sci. 42, 93—117. — (2) Bot. Gaz. 97, 794—807 (1936). — (3) Ebenda 98, 65—86 (1936). — HAAS, P., u. B. RUSSEL-WELLS: Biochem. J. 29, 1915—1917 (1935). — HEIGENER, H.: Zbl. Bakter. II 93, 81—113 (1935). — HELLER, K., K. PEH u. J. PINDUR: Z. Pflanzenernährg 41, 36—37

(1935). — HERBST, C.: Roux' Arch. **135**, 178—201 (1936). — HEVESY, G. VON: Naturwiss. **1935**, 775—780. — HEVESY, G., K. LINDERSTROM-LANG u. C. OLSEN: Nature (Lond.) **1936 I**, 66—67. — HOAGLAND, D. R., u. T. C. BROYER: Plant Physiol. **11**, 471—507 (1936). — HÖLL, K.: Dtsch. tierärztl. Wschr. **1935**, 741—742. — HURD-KARRER, A. M., u. M. H. KENNEDY: J. agricult. Res. **52**, 933 bis 942 (1936).

IJDO, J. B. H.: Acta brev. neerl. Physiol. **5**, 167—169 (1935). — ILJIN, W. S.: Bot. Zbl., Abt. A **54** (Beih.), 569—598 (1936). — INMAN, O. L., G. BARCLAY u. M. HUBBARD: Plant Physiol. **10**, 821—822 (1935). — ISAAC, W. E.: Trans. roy. Soc. S. Africa **22**, 187 (1934). — ISAKOVA, A. A.: Bull. Acad. Sci. URSS. **8/9**, 1147—1162 (1935). — ITZEROTT, D.: Flora (Jena) **31**, 60—86 (1936). — IYENGAR, B. A. S., u. V. SUBRAHMANYAN: Proc. Ind. Acad. Sci. B **1**, 868—892 (1935).

JACOBS, M. H., u. D. R. STEWART: J. cellul. a. comp. Physiol. **7**, 351—365 (1936). — JACQUES, A. G.: (1) Proc. nat. Acad. Sci. USA. **21**, 488—492 (1935). — (2) J. gen. Physiol. **19**, 397—418 (1936). — (3) Proc. nat. Acad. Sci. USA. **22**, 191 bis 193 (1936). — JACQUES, A. G., u. W. J. V. OSTERHOUT: J. gen. Physiol. **18**, 967—985 (1935). — JAENICHEN, H.: Angew. Bot. **17**, 374—445 (1935). — JAMES, W. O., u. M. CATTLE: New Phytologist **1935**, 283—295. — JAVILLIER, M.: Bull. Soc. Chim. biol. Paris **18**, 255—294 (1936). — JONES, W. W.: Plant Physiol. **11**, 565—582 (1936).

KALCHHOFER, Z.: Protoplasma (Berl.) **26**, 249—281 (1936). — KAUFFMAN-COSLA, O., u. R. BRÜLL: Bull. Soc. Chim. biol. Paris **17**, 1828—1835 (1935). — KELLEY, W. P.: Soil Sci. **40**, 103—109 (1935). — KEMPNER, W.: Plant Physiol. **11**, 605—613 (1936). — KLEIN, G., u. W. ZIESE: (1) Klin. Wschr. **1935 I**, 205—206. — (2) Z. physiol. Chem. **235**, 246—248 (1935). — KOIZUMI, T., u. K. HOSOI: Sci. Rep. Tohoku Univ. **10**, 709—719 (1936). — KREYZI, R.: Z. Pflanzenernährg **43**, 281—321 (1936). — KUBOVEC, H.: Bot. Zbl., Abt. A **54** (Beih.), 599—603 (1936).

LAVOLLAY, J.: (1) C. r. Acad. Sci. Paris **201**, 1150—1152 (1935). — (2) Boll. Soc. Chim. biol. **18**, 1269—1290 (1936). — LEHMANN, F. E.: (1) Rev. suisse Zool. **43**, 535—541 (1936). — (2) Naturwiss. **24**, 401—407 (1936). — LEMOIGNE, M., u. R. DESVEAUX: C. r. Acad. Sci. Paris **201**, 239—241 (1935). — LEMOIGNE, M., P. MONGUILLON u. R. DESVEAUX: (1) Ebenda **202**, 696—698 (1936). — (2) Bull. Soc. Chim. biol. Paris **18**, 841—867; 868—876 (1936). — LUND, A.: C. r. Trav. Labor. Carlsberg **21**, 231—238 (1936). — LUNDEGÄRDH, H.: Soil Sci. **40**, 89—101 (1935). — LUTMAN, B. F., u. N. L. WALBRIDGE: Ernährg d. Pflanzen **31**, 387—391 (1935).

MAILLARD, L. C., u. J. ETTORI: C. r. Soc. Biol. Paris **122**, 951—954 (1936). — MAIWALD, K., u. A. FRANK: Z. Pflanzenernährg **41**, 8—28 (1935). — MARTIN, A. L.: Amer. J. Bot. **23**, 471—483 (1936). — MASAWEWA, M.: Bodenkd. u. Pflanzenernährg **1**, 39—56 (1936). — MAST, S. O., D. M. PACE u. L. R. MAST: J. cellul. a. comp. Physiol. **8**, 125—139 (1936). — MAZÉ, P., P. J. MAZÉ u. R. ANXIONNAZ: C. r. Soc. Biol. Paris **120**, 693—695 (1935). — MCCOOL, M. M.: Contrib. Boyce Thompson Inst. **7**, 427—437 (1935). — MCKAY, E.: Plant Physiol. **10**, 425—446 (1935). — MCLEAN, R. C., u. W. L. HUGHES: Ann. appl. Biol. **23**, 231—244 (1936). — MEYER, H.: Naturwiss. **1936**, 346. — MICHEL-DURAND, E.: (1) C. r. Acad. Sci. Paris **201**, 1215—1217 (1935). — (2) Ebenda **202**, 503—505 (1936). — (3) Ebenda **202**, 866—867 (1936). — MORRIS, V. H., u. J. D. SAYRE: Plant Physiol. **10**, 565 bis 568 (1935). — MOSHER, W. A., D. H. SAUNDERS, L. B. KINGERY u. R. J. WILLIAMS: Plant Physiol. **11**, 795—806 (1936).

NARASIMHAMURTY, G., u. V. SUBRAHMANYAN: Proc. Ind. Acad. Sci. A **1**, 823 bis 836 (1935). — NIGHTINGALE, G. T., u. R. B. FARNHAM: Bot. Gaz. **97**, 477—517 (1936). — NIEL, C. B. VAN: Arch. Mikrobiol. **6**, 215—218 (1935). — NIELSEN, N.: C. r. Trav. Labor. Carlsberg **21**, 139—150 (1935). — NIETHAMMER, A.: Z. Pflanzenernährg **39**, 45—61 (1935).

O'BRIEN, D. G.: *Scott. J. Agricult.* **18**, 326—334 (1935). — O'BRIEN, D. G., u. R. W. G. DENNIS: *Ebenda* **19**, 40—46 (1936). — OKAMOTO, K., u. T. KITA: *Trans. jap. path. Soc.* **25**, 271—273 (1935). — ORLA-JENSEN, S., N. C. OTTE u. A. SNOG-KJÆR: (1) *Danske Vid. Selsk.* **6**, 1—52 (1936). — (2) *Zbl. Bakter.* **II 94**, 434—447, 447—452, 452—459, 460—477 (1936). — OSTERHOUT, W. J. V.: *Bot. Rev.* **2**, 283—315 (1936).

PARPART, A. K.: *J. cellul. a. comp. Physiol.* **7**, 153—162 (1935). — PARSCHÉ, FR.: *Z. Pflanzenernährg.* **41**, 282—312 (1936). — PENSTON, N. L.: *New Phytologist* **34**, 296—309 (1935). — POLICARD, A., u. P. ROJAS: *C. r. Soc. Biol. Paris* **120**, 366 bis 367 (1935). — POLLACCI, G., B. ODDO u. M. GALLOTTI: *Boll. Soc. ital. Biol. sper.* **10**, 565—567 (1935). — POPP, M.: *Landw. Versuchsstat.* **124**, 129—152 (1936). — POSTERNAK, TH.: *Helvet. chim. Acta* **18**, 1351—1369 (1935). — PREVOT, P.: *Bull. Soc. Sci. Liège* **6/7**, 243—246 (1935). — PREVOT, P., u. F. C. STEWARD: *Plant Physiol.* **11**, 509—534 (1936). — PRINGSHEIM, E. G.: *Bot. Zbl.*, *Abt. A* **55** (Beih.), 100—121 (1936). — PRINGSHEIM, H., u. S. GINSBURG: *Bull. Soc. Chim. biol.* **17**, 1599—1606 (1935). — PRINGSHEIM, H., u. FR. LOEW: *Ebenda* **17**, 1607—1613 (1935).

RADEMACHER, B.: *Arb. biol. Reichsanst.* **21**, 531—603 (1936). — RATHSACK, K., u. G. LAUFER: *Ernährg. d. Pflanzen* **32**, 141—144 (1936). — REITZ, O.: *Tab. biol. period.* **5**, 191—208 (1935). — REITZ, O., u. K. F. BONHÖFFER: (1) *Z. physik. Chem.* **172**, 369—388 (1935). — (2) *Ebenda* **174**, 424—434 (1935). — RICHARDS, F. J., u. W. G. TEMPLEMAN: *Ann. of Bot.* **50**, 367—402 (1936). — RICHTER, K.: *Zbl. Bakter.* **II 92**, 134 (1934). — (2) *Ebenda* **II 92**, 249—256 (1935). — RIOU, P., G. DELORME u. HORMISDAS: *C. r. Acad. Sci. Paris* **202**, 1811—1812; **203**, 688 bis 689 (1936). — RIPPEL, A., u. G. BEHR: *Arch. f. Mikrobiol.* **7**, 315—322. — RIPPEL, A. u. BR. LEHMANN: *Ebenda* **7**, 210—234 (1936). — ROHDE, G.: (1) *Ernährg. d. Pflanzen* **31**, 237—243 (1935). — (2) *Z. Pflanzenernährg.* **44**, 247—255 (1936). — (3) *Ebenda* **44**, 1—24 (1936). — RYBINSKY, S., u. L. ZRYKINE: *Med. Z. vseukr. Akad. nauk* **4**, 799—803 (1935).

SAKAMURA, T.: *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.* **4**, 99—116 (1936). — SALZER, F., u. K. F. BONHÖFFER: *Z. physik. Chem. A* **176**, 202—208 (1936). — SCHÄNDER, H.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* **53**, 807—810 (1935). — SCHARRER, K.: *Z. Pflanzenernährg.* **44**, 223—247 (1936). — SCHARRER, K., u. W. SCHROPP: (1) *Ebenda* **43**, 34—43 (1936). — (2) *Ebenda* **45**, 83—95 (1936). — (3) *Ernährg. d. Pflanzen* **32**, 293—300 (1936). — (4) *Bodenkde u. Pflanzenernährg.* **1**, 168—175 (1936). — SCHMALFUSS, K.: *Das Kalium, eine Studie zum Kationenproblem im Stoffwechsel und bei der Ernährung der Pflanze.* *Freising-München: Datterer & Co.* 1936. — (2) *Forsch.dienst* **1**, 97—101 (1936). — (3) *Bodenkde u. Pflanzenernährg.* **1**, 1—39 (1936). — SCHMIDT, O.: *Z. Bot.* **30**, 289—334 (1936). — SCHNEIDER, K.: (1) *Ebenda* **28**, 561—606 (1935). — (2) *Ebenda* **29**, 545—569 (1936). — SCHNEIDER, R.: *Flora (Jena)* **30**, 131—152 (1936). — SCHOLZ, W.: (1) *Z. Pflanzenernährg. usw.* **41**, 129—164 (1935). — (2) *Ebenda* **41**, 274—282 (1936). — SCHOPFER, W. H.: *Arch. f. Mikrobiol.* **7**, 156 bis 176 (1936). — SCHREVEN, D. A. VAN: *Tijdschr. Plantenziekt.* **41**, 1—26 (1935). — SCHROPP, W.: *Z. Pflanzenernährg.* **42**, 35—42 (1936). — SEMPIO, C.: *Atti Soc. ital. Progr. Sci.* **23**, 147 (1935). — SERGEJEW, L. I., u. A. M. LEBEDEV: *Bot. Z.* **21**, 131—150 (1936). — (2) *Planta (Berl.)* **25**, 84—103 (1936). — SHIBATA, K., u. A. WATANABE: *Acta phytochim. (Tokyo)* **9**, 107—114 (1936). — SIDDAPPA, G. S., u. V. SUBRAHMANYAN: *Proc. Ind. Acad. Sci. A* **1**, 928—937 (1935). — SMITH, F. B., P. E. BROWN u. H. C. MILLAR: *J. amer. Soc. agr.* **27**, 988—1000 (1935). — SNOW, A. G.: *Plant Physiol.* **11**, 583—594 (1936). — SOMMER, A. L.: *J. agricult. Res.* **52**, 133—148 (1936). — SREENIVASAN, A.: *Proc. Ind. Acad. Sci.* **3**, 258—277, 283—301, 302—309 (1936). — STEINBERG, R. A.: (1) *J. agricult. Res.* **51**, 413—424 (1935). — (2) *Bot. Gaz.* **97**, 666—671 (1936). — (3) *Amer. J. Bot.* **23**, 227—231 (1936). — (4) *J. agricult. Res.* **52**, 439—448 (1936). — STEWARD, F. C.: *Nature (Lond.)* **135**, 553 (1935). — STEWARD, F. C., W. E. BERRY u. T. C.

BROYER: *Ann. of Bot.* **50**, 345—366 (1936). — STOKLASA, J.: (1) *Strahlenther.* **53**, 276—295 (1935). — (2) *Ernährg d. Pflanzen* **32**, 27—31 (1936). — STORCK, G.: *Bodenkde u. Pflanzenernährg* **1**, 185—195 (1936).

THORNE, D. W., u. R. H. WALKER: *Soil Sci.* **42**, 231—240 (1936). — THORNTON, H. G.: *Proc. roy. Soc. Lond. B* **119**, 474—492 (1936). — THUNBERG, T.: (1) *Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.)* **72**, 283—290 (1935). — (2) *Ebenda* **73**, 255 bis 259 (1936). — TIBEAU, M. E.: *Plant Physiol.* **11**, 731—747 (1936). — TRELEASE, S. F., u. A. L. MARTIN: *Bot. Rev.* **2**, 363—396 (1936). — TURTSCHIN, TH. W.: *Z. Pflanzenernährg* **44**, 65—83 (1936). — TYNER, E. H.: *Soil Sci.* **39**, 405—423 (1935).

UDOLSKAYA, N. L.: *C. r. Acad. URSS.* **2**, 45—46 (1934). — Ulich, H.: *Angew. Chem.* **1936**, 279—283.

VIRTANEN, A. I.: *Arch. f. Mikrobiol.* **7**, 488—489 (1936).

WAGNER, F.: *Zbl. Bakter. II* **93**, 359—371 (1936). — WAGNER-JAUREGG, TH., u. H. W. RZEPPA: *Z. physiol. Chem.* **243**, 166—172 (1936). — WALLNER, J.: (1) *Bot. Zbl., Abt. A* **54** (Beih.), 142—150 (1935). — (2) *Ebenda Abt. A* **54**, 151 bis 155 (1935). — (3) *Arch. f. Hydrobiol.* **28**, 605—609 (1935). — (4) *Natur u. Volk* **66**, 85—91 (1936). — WARBURG, O., u. W. CHRISTIAN: *Biochem. Z.* **287**, 291—328 (1936). — WARIS, H.: *Planta (Berl.)* **25**, 460—470 (1936). — WATSON, D. J.: *Ann. of Bot.* **50**, 59—83 (1936). — WEIGERT, J., u. H. WEIZEL: *Prakt. Pl. Pflanzenbau* **14**, 91—100 (1936). — WHITE, H. L.: (1) *Ann. of Bot.* **50**, 175—196 (1936). — (2) *Ebenda* **50**, 403—417 (1936). — WICKERHAM, L. J., u. F. W. FABIAN: *J. inf. Dis.* **58**, 165—171 (1936). — WILLIAMS, R. J., u. E. ROHRMANN: *Plant Physiol.* **10**, 559—563 (1935). — WILLIS, L. G., u. J. R. PILAND: *J. agricult. Res.* **52**, 467 bis 476 (1936). — WIMMER, G., H. LÜDECKE, O. UNVERDORFEN, J. GRIMM u. G. STORCK: *Landw. Versuchsstat.* **125**, 129—200 (1936). — WITSCH, H. VON: (1) *Jb. Bot.* **79**, 790—812 (1934). — (2) *Ebenda* **83**, 340—358 (1936).

YAMAGUCHI, S.: (1) *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. V* **4**, 1—29 (1935). — (2) *Ebenda V* **4**, 47—64 (1935). — YOSHIMURA, F.: *Ebenda* **4**, 117—139 (1936).

ZOBELL, CL. E.: *Proc. nat. Acad. Sci. USA.* **21**, 517—522 (1935).

II. Stoffwechsel organischer Verbindungen.

Von K. MOTHEs, Königsberg i. Pr.

Mit 8 Abbildungen.

A. Photosynthese und Chemosynthese.

Lichtfeld und Blattfarbstoff. Die für die Aufklärung bedeutender Widersprüche in der Assimilationsliteratur so wichtige Analyse des physikalischen Faktors der Photosynthese fördert SEYBOLD durch weitere Untersuchungen über das Lichtfeld und über das Ausmaß einer chromatischen Adaptation. Er betont den außerordentlichen Wechsel in der Lichtqualität durch oft bedeutungslos erscheinende klimatische Änderungen wie Bewölkung, vor allem aber die filternde Wirkung des Laubdaches usw., so daß er im Extrem zwei verschiedene Typen von Schattenpflanzen unterscheiden möchte: die Blauschatten- und die Grünschattenpflanzen. Die Abhängigkeit bestimmter physiologischer Prozesse (z. B. Samen- und Sporenkeimung, Transpirationswiderstand) von der Lichtqualität ist eine spezifische; eine direkte Proportionalität zwischen Quantenzahl und physiologischer Leistung ist aber nicht festzustellen. Worauf dies beruht, wird zunächst nicht weiter erörtert. Im Prinzip ähnliche Feststellungen machen auch MONTFORT und HARDER, B. DÖRING und W. SIMONIS, die eine gewisse Anpassungsfähigkeit des Assimilationsapparates von *Helodea* an die Lichtqualität finden. Längere Zeit in blauem Licht vorkultivierte Pflanzen erhöhen ihre Leistungen im Blau. Die Verfasser entscheiden sich nicht, „ob diese Adaptation über die Karotinoide oder das Plasma vor sich geht“. Die Nichtübereinstimmung mit der Quantentheorie ist nur eine scheinbare. Die „physiologische Komponente“, die hier eine Rolle spielt und der physikalischen gegenübergestellt wird, ist mit Sicherheit den physikalischen Gesetzen ebenso unterworfen; nur kennen wir die spezifischen Lichtabsorptionsprozesse nicht. Es ist interessant, daß SEYBOLD geneigt ist, die Karotinoide nicht allein als strahlungsschwächende „schützende“ Schirme anzusprechen. Hier führt MONTFORT weiter. Seine Untersuchungen an Meeresalgen ergeben die Sonderstellung der fukoxanthinführenden Braunalgen (*Dictyota*, *Ectocarpus* u. a.), die im Blau eine bedeutende assimilatorische Leistung vollbringen. MONTFORTS Mitteilungen lassen einen genauen Vergleich mit den Ergebnissen WARBURGS und WURMSERS nicht zu; es fehlen die Voraussetzungen für solche subtilen Berechnungen, insbesondere auch eine Angabe über die individuelle Abweichung bzw. den mittleren Fehler.

Aber die besondere Blau-Ausnützung steht fest; und die Vermutung, daß dabei die Karotinoide eine entscheidende Rolle spielen, hat viel für sich.

Relative Werte der reinen Assimilation.

Lichtqualität	rot-orange	grün	blau
relat. Intensität	41	107	70
Chaetomorpha linum (gelbgrün)	100	37	81
Ascophyllum scorp. (hellgelb)	100	44	85
Fucus dist. (olivgrün)	100	56	69
Chondrus (grün)	100	—	46
Ectocarpus (hellbraun)	100	66	209

Lichtqualität	rot	grün	blau
Ulva (hellgrün)	100	46	82
Codium (dunkelgrün)	100	55	90
Fuc. serratus (olivgrün)	100	60	57
Polysiphonia (rotbraun)	100	110	78
Dictyota (gelbbraun)	100	90	148
Tiefen-Laminaria (gelbbraun)	100	110	129

Wie diese Karotinoidwirkung zu denken ist, bleibt noch offen. Wir haben noch keinen Grund, von einer direkten Mitwirkung bei der CO_2 -Reduktion zu sprechen. Ihre indirekte Mitwirkung ist aber denkbar, sei es, daß sie eine Aufladung des dehydrierten Chlorophylls ermöglichen, oder daß sie vom Chlorophyll optimal verarbeitetes rotes Licht durch Fluoreszenz aus blauem Licht schaffen. Wir wissen zu wenig, um die molekulare Verteilung von Karotinoiden und Chlorophyllen im Chloroplasten richtig abschätzen zu können, und haben deswegen keine klare Vorstellung vom „Lichtklima am Assimilationsort“. Es fehlen also bei komplizierten Organen (Chloroplasten) oder Organismen (mehrschichtige Thalli usw.) die Voraussetzungen, um wirklich die vom assimilatorischen Apparat absorbierten Lichtmengen- und Qualitätenwerte richtig einzusetzen. Das war ja der Grund, weshalb mehrere Forscher sich der Alge *Chlorella* bedienten und noch weiter bedienen werden. Das Objekt muß sich dem Forschungsziel unterordnen. Dieses Ziel hat sich wesentlich geändert. Die neue Objektwahl wird die Voraussetzung des weiteren Erfolges sein. Jeder Physiologe wird sich der Bedingtheit und der Ausnahmestellung seines Objektes und seiner Versuchsergebnisse bewußt bleiben müssen. Trotz ihrer Beschränktheit können wir auf diese Arbeitsweise nicht verzichten und man trifft nicht ihr Wesen mit der Bezeichnung „isoliert analytische Assimilationsforschung“. Was speziell WARBURG betrifft, so hat er sich klar für die Möglichkeit photochemischer Wirkung der Karotinoide ausgesprochen. Er hat dafür erste Beweise gebracht, sich aber nicht eingehender darüber geäußert. MONTFORTS Befunde an Fukoxanthinalgen greifen über das bisher Gewußte wesentlich hinaus und verdienen eine sorgfältige Analyse. Sie machen auch wahrscheinlich, daß die Rolle der Karotinoide je nach ihrer chemischen Struktur und nach ihrer

Verteilung im Chloroplasten eine verschiedene ist (vgl. Fortschr. Bot. 5, 205). Schließlich muß auch eine sensibilisierende Wirkung der Karotinoide auf das Chlorophyll ins Auge gefaßt werden, die neuerdings F. D. KUEN und K. PÜRINGER gegenüber roten Blutzellen durch Hervorrufen einer photodynamischen Hämolyse zum Ausdruck bringen konnten. Sie ließen Karotin aus Selaginellablättern und aus der Rübe von *Daucus Carota* im Lichte von 254—435 $\mu\mu$ einwirken. Auch muß hier auf die mutmaßliche Mitwirkung der Karotinoide am Sehprozeß innerhalb der Retina hingewiesen werden (vgl. BÜNNING, dieser Band S. 121). P. KARRER äußert sich neuerdings zum Karotinoidproblem folgendermaßen: „Ebensowenig wissen wir über die Bedeutung der Karotinoide für die Pflanze. Daß manche von ihnen im weiteren Sinne am Komplex der Assimilationsreaktionen irgendwie teilnehmen, vielleicht als Stapler der zugeführten Lichtenergie, halte ich für höchst wahrscheinlich; denn es gibt kein assimilierendes Organ, das nicht verhältnismäßig reich an Karotinoid ist.“

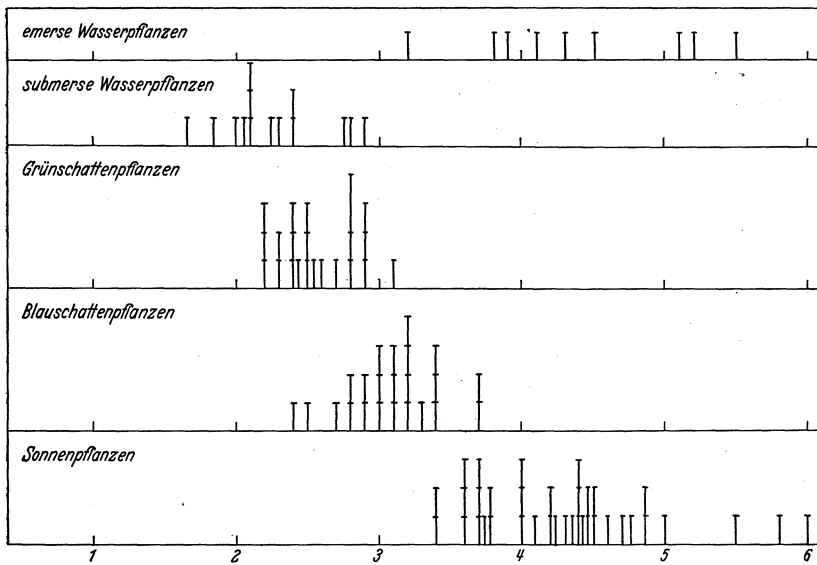


Abb. 27. Verteilung der grünen Farbstoffe in Blättern verschiedener ökologischer Typen.
(Nach SEYBOLD und EGLE.)

Bei diesem Forschungsstand ist es an der Zeit, erneut die Verteilung der einzelnen Blattpigmente unter mehr ökologischen Bedingungen zu untersuchen. Hier liefern A. SEYBOLD und K. EGLE sehr interessante Ergebnisse. Daß das Verhältnis der beiden Chlorophylle innerhalb der höheren Pflanzen nicht sonderlich schwankt, war nach den Mitteilungen von WILLSTAETTER und STOLL anzunehmen. SEYBOLD und EGLE widerlegen aber diese Auffassung und zeigen, daß ökologische Gruppen in ihren Farbstoffquotienten ein übereinstimmendes und ihnen eigentümliches Verhalten zeigen. Besonders gilt dies für den Quotienten Chlorophyll *a*:*b* (Abb. 27).

Der Quotient Xanthophyll: Karotin ($x:c$) zeigt keine so klaren Beziehungen zum Standort. Immerhin ergeben sich folgende Durchschnittswerte:

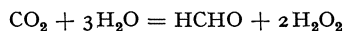
Farbstoffquotient	$a : b$	$x : c$
Emerse Wasserpflanzen	4,4	4,0
Sonnenpflanzen	4,36	3,6
Blauschattenpflanzen	3,01	3,5
Grünschattenpflanzen	2,60	5,3
Submerse Wasserpflanzen	2,27	5,7
Grüne Meeressalgen	1,39	6,4

Es scheint einem niederen Wert des Chlorophyllquotienten ein hoher der Karotinoide zu entsprechen. Zum Teil extreme Quotienten werden für Algen und Keimlinge angegeben. Diese Untersuchungen werden fortgesetzt. Sie mahnen doch sehr zur Vorsicht, wenn die Assimilation verschiedener Standortstypen im gleichen Licht verglichen wird. Das Lichtklima im Chloroplasten ist in bezug auf Qualität und Intensität eben recht verschiedenartig, und es muß sich zeigen, wie weit der „plasmatische Faktor“ hierdurch enträtselt werden kann.

Übrigens erschwert alle quantenphysikalische Auswertung der Assimilationsversuche die Tatsache, daß die *Atmung* selbst vom Lichte stark beeinflußt werden kann. STALFELT weist neuerdings darauf hin (Fortschr. Bot. 2, 189). Es wäre denkbar, daß die hohe Lichtatmung nicht allein durch intermediäre Assimilationsprodukte bedingt ist, sondern durch direkte lichtkatalytische Beeinflussung von Fermentreaktionen. Um diese Dinge zu klären, müßte mit chlorophyllfreien Pflanzen gearbeitet werden.

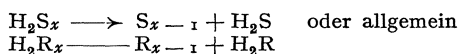
Endlich muß auf die Arbeit von B. K. KAR verwiesen werden, der eine zum Teil beträchtliche Beeinflussung des Pigmentgehaltes der Blätter im Zuge der photoperiodischen Nachwirkung erhalten hat.

Mechanismus der Photosynthese. In diesem Zusammenhange gewinnen die neuen Vorstellungen vom Mechanismus der Photosynthese Interesse. Den Ansichten von WILLSTAETTER, STOLL, FRANK (Fortschr. Bot. 5, 207) liegt zugrunde, daß ein Molekül CO_2 an ein Molekül Chlorophyll gebunden wird; die Reduktion selbst soll stufenweise erfolgen, wobei auf ein Molekül CO_2 4 Quanten nötig sind (vgl. auch SMITH), die demselben Chlorophyllmoleküle zufallen müßten (Fortschr. Bot. 4, 215). Nun erfordert nach GAFFRON und WOHL die Bruttoreaktion unter Berücksichtigung der bisher vernachlässigten H_2O_2 -Bildung



188 Cal. Bei Assimilation in rotem Licht enthalten 4 Quanten aber lediglich 168 Cal.; im Ultrarot (Purpurbakterien, VAN NIEL [1]) würden die Differenzen noch bedeutender. GAFFRON will nun auf die Annahme der H_2O_2 -Bildung überhaupt verzichten. Die Tatsache der Allgegenwart

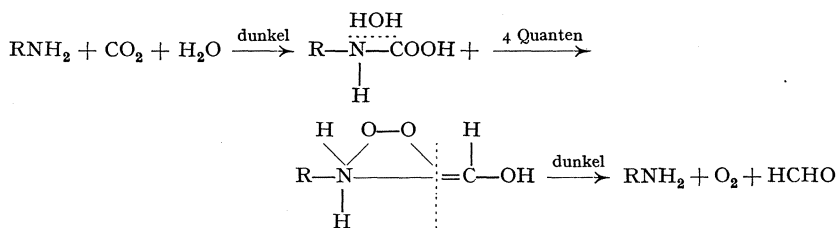
von Katalase in assimilierenden Zellen ist ihm nicht entscheidend. Enthalten doch *Thio-* und *Athiorhodaceen* Katalase und spalten keinen Sauerstoff ab. Dabei wird auch hier die Assimilation durch Blausäure gehemmt (GAFFRON [2]). Nun wissen wir bisher über den feineren Verlauf der Assimilation bei diesen anaeroben Bakterien zu wenig. Es könnte auch möglich sein, daß ein katalatisches Ferment die Reaktion



beeinflußt. Von großem Interesse sind nun die Berechnungen, die GAFFRON und WOHL über die BLACKMANSche Dunkelreaktion anstellen; diese Reaktion findet statt in der Zeitspanne, die zwischen der Aufnahme des 4. Quantes und des 1. der neuen Reaktion liegt. Die Dauer dieser Reaktion kann durch blitzartige, unterbrechende Beleuchtung ermittelt werden. Sie berechnet sich nach den Versuchen von EMERSON und ARNOLD auf 0,02 Sekunden.

Nach den Angaben von WILLSTAETTER und STOLL müßte man aber rund 20 Sekunden annehmen, eine 1000mal so große Zeitspanne. Aus diesen und anderen Erwägungen muß man nun damit rechnen, daß zur jeweiligen Reaktion mehr als ein Chlorophyllmolekül, nämlich mindestens 1000, nach EMERSON etwa 2000—2500 Moleküle nötig sind, oder daß ein Quant von einer Absorptionseinheit von 250—500 Chlorophyllmolekülen aufgenommen wird.

Zu ähnlicher Auffassung gelangt auch H. KOHN. GAFFRON meint, daß Chlorophyll nicht als Photokatalysator, sondern als Sensibilisator wirkt, womit seine Rolle gleichzeitig unspezifischer wird und sich sofort die Frage auftut, ob auch andere Farbstoffe (Karotine) sensibilisierend bei diesem Prozeß wirken können. Den Reduktionsort sieht GAFFRON also nicht mehr im Chlorophyllmolekül; vielmehr müßte CO_2 anderswo im Chloroplasten gebunden und umgewandelt werden; er diskutiert freie Amino- oder Iminogruppen:



Hiermit kommen wir in ein völlig hypothetisches Gebiet. Man kann sehr gespannt sein, welche Fruchtbarkeit diese neuesten, wirklich umwälzenden Anschauungen haben werden.

Die Bedeutung der „Absorptionseinheit“ von 500 Chlorophyllmolekülen wird auch von I. WEISS diskutiert; er gelangt zur Vorstellung, daß auf der Oberfläche der lipiden Phase des Chloroplasten 1 Molekül

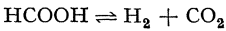
Chlorophyll in Kontakt mit einer wäßrigen Phase, die das für die Reduktion wichtige Fe^{II} enthält, reagiert, daß jedoch die Energie von einer größeren Zahl von Chlorophyllmolekülen aufgenommen wird, die in der lipoiden Phase liegen und das an der Oberfläche liegende mit 4 Quanten versorgen.

Diese Absorptionseinheiten brauchen nicht konstante Größe zu haben. Es sprechen sogar verschiedene Funde dagegen (ARNOLD und KOHN). Nun hat E. HEITZ, die SCHIMPERsche Auffassung bestätigend, gezeigt, daß in den Chloroplasten in einem farblosen Stroma grün gefärbte Grana vorhanden sind, die scheibenförmige Gestalt haben und parallel zur Oberfläche des linsenförmigen Chloroplasten orientiert liegen. Die Parastrophe der Chloroplasten (Lichtschutzstellung) muß so viel wirksamer werden, als wenn, wie bisher angenommen, die Grana Kugeln wären oder unregelmäßig durcheinander lägen. Diese Kormophyten-Grana haben nie submikroskopische Größe. Ob sie mit den Absorptionseinheiten (Assimilationseinheiten) identisch sind, bleibt noch offen. GEITLER findet bei Moosen und Algen auch andere Orientierungen der Grana. Bis zu den Blaualgen hin ergibt sich aber im Prinzip eine monotone Struktur des Chromatoplasmas.

Was nun die Vorstellungen von KAUTSKY (1935, Fortschr. Bot. 5, 206) über den metastabilen Sauerstoff betrifft, so hat GAFFRON (3) neue Beweismittel gegen diese Auffassung vorgebracht.

CO_2 -Assimilation der Purpurbakterien. GAFFRON (1, 2) hatte geglaubt, im Verhalten der *Thio-* und *Athiorhodaceen* einen tiefgreifenden Unterschied feststellen zu können. *Thiorhodaceen* sollten allein H_2S als Wasserstoffdonator verwenden können, *Athiorhodaceen* aber organische Substanz und molekularen H_2 . Wenn die *Thiorhodaceen* im Licht doch CO_2 in Gegenwart von organischer Substanz usw. reduzieren, sollte dies dadurch bedingt sein, daß zunächst durch Reduktion von Sulfat zu H_2S der normale H-Donator gebildet wird. Die holländische Schule hatte dagegen bereits Stellung genommen (Fortschr. Bot. 5, 204). VAN NIEL (2) findet nun, daß *Thiorhodaceen* aus Sulfat im Dunkeln nicht H_2S zu bilden imstande sind. Andererseits steigert die Gegenwart von Natriumthiosulfat die Assimilation bedeutend, vor allem, wenn organische Substanz (Propionsäure) als Wasserstofflieferant gegeben wird. Jedoch ist diese Wirkung des Thiosulfat unabhängig von dem Schwefelgehalt; sie wird auch durch andere Salze hervorgebracht und beruht offenbar auf einer indirekten Beeinflussung der CO_2 -Konzentration und in einer günstigen Beeinflussung des Substrates, gegen dessen Säuregehalt die Thiorhodaceen sehr empfindlich sind. VAN NIEL widerlegt auch die Auffassung (Fortschr. Bot. 5, 204), daß Purpurbakterien Assimilations-sauerstoff ausscheiden, und kommt wie GAFFRON (1) zu der Ansicht, daß in diesem Assimilationsprozeß eine organische Substanz entsteht, die stärker reduziert ist als Kohlehydrat.

Besonders bedeutsam ist die Tatsache, daß Purpurbakterien molekularen Wasserstoff im Dunkeln und noch stärker im Licht nutzen können, wodurch die Grenzen zwischen Photosynthese und Chemosynthese erneut verwischt werden. In diesem Zusammenhange verdient auch die Feststellung von WOODS Beachtung, wonach die Reaktion



reversibel ist.

B. Kohlehydrat-Umwandlung.

Für die Beeinflussung des KH-Spiegels durch die mineralische Ernährung bringen GREGORY und BAPTISTE neue Angaben durch Versuche mit Gerste, die in reinem Sand und gestuften Nährstoffmengen gezogen wurde (Abb. 28 u. 29).

Die reduzierenden Zucker treten mengenmäßig gegenüber dem Gesamtzucker stark zurück, dessen Gehalt bei Kaliummangel infolge gehemmter Assimilation gering ist, auch bei P-Mangel gering bleibt, jedoch bei N-Mangel extrem ansteigt, noch über den Gehalt der voll ernährten Kontrollpflanzen hinaus. Die gehemmte Eiweißsynthese läßt die Assimilate nicht zum Aufbau von Geweben verwenden. Außerdem erscheint die Atmungsintensität gering, während bei K-Mangel Eiweißsynthese und Atmung gefördert sind.

Den KH-Umsatz während der gesamten Entwicklung beobachtet

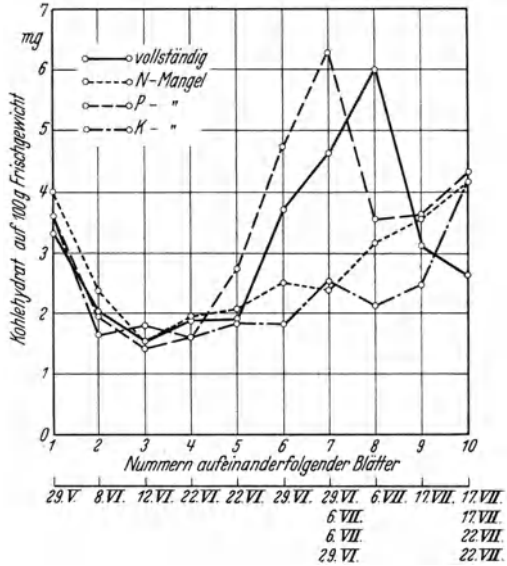


Abb. 28. Reduzierende Zucker in Gerstenblättern. Ordinate: mgr KH auf 100g Frischgewicht; Abszisse: Nummern der aufeinanderfolgenden Blätter und Analysendaten. (GREGORY S. 585.)

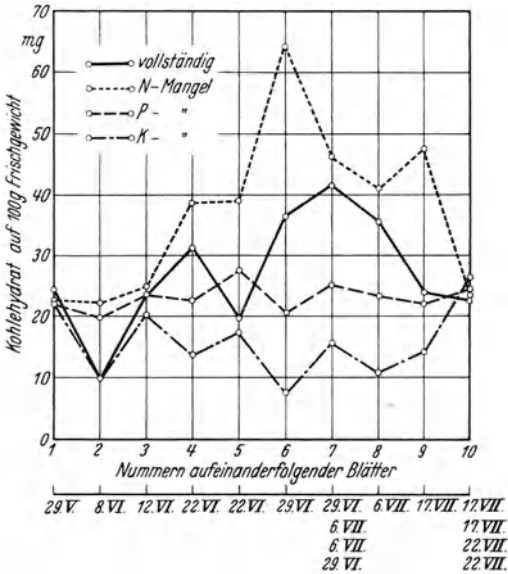


Abb. 29. Gesamtzucker in Gerstenblättern; Koordinaten wie Abb. 28. (GREGORY S. 589.)

H. R. BARNELL am Winterweizen. Der Wassergehalt (auf Frischgewicht bezogen) fällt mit der Frucht reife in Sproß und Ähre stark ab. Die löslichen Zucker nehmen zunächst zu, schwinden dann aber mit zunehmender Reife; gleichzeitig findet in den Ähren eine bedeutende Anreicherung von solchen Polysacchariden statt, die durch Takadiastase gelöst werden. Die Mono- und Disaccharide verhalten sich in großen Zügen einheitlich. Bei Frost nehmen sie alle zu. Der starke Anstieg der Disaccharidkurve im Hochsommer geht zum Teil auf Kosten der Monosaccharide.

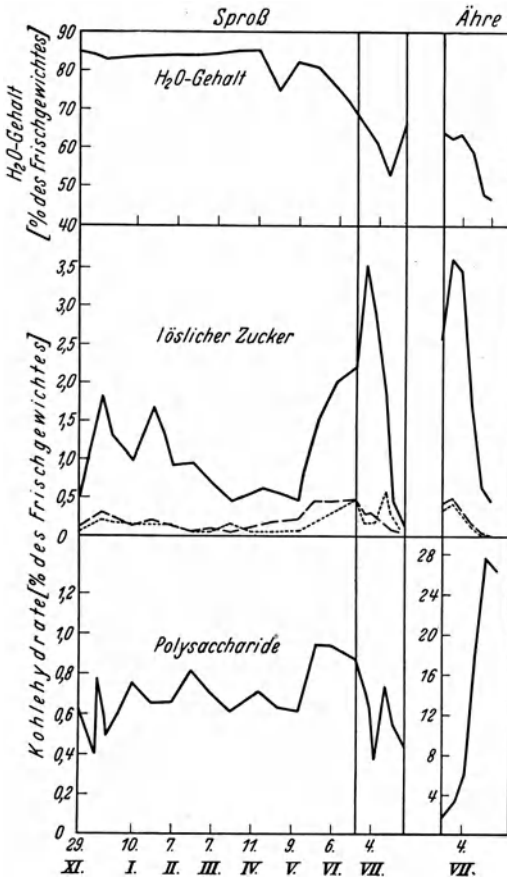
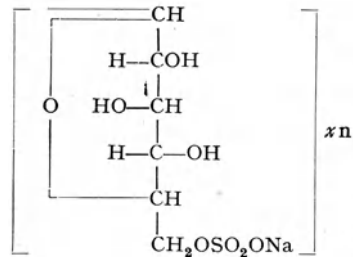


Abb. 30. Stoffwechsel von Rivets Weizen 1933/34. (Nach BARNELL.)
 Oben: Wassergehalt in % des Frischgewichtes. Mitte: Umsatz von Saccharose (— — — — —); Glykose (— — — — —) und Fruktose (.....). Unten: Umsatz der durch Takadiastase gelösten Kohlehydrate (Polysaccharide ohne Zellulose u. ä.); alles in % vom Frischgewicht.

Bei Frost nehmen sie alle zu. Der starke Anstieg der Disaccharidkurve im Hochsommer geht zum Teil auf Kosten der Monosaccharide.

Immer zahlreicher werden die Befunde, daß in Algen, besonders in Rotalgen, komplizierte Zucker-Schwefelsäure-Ester die Polysaccharide vertreten können, während an Stelle der freien Monosaccharide Zuckeralkohole vorkommen. So findet HASSID in *Iridaea laminarioides* einen Ester, der nach Hydrolyse reines Galaktan liefert, das in Galaktose überführt werden kann. Verfasser denkt sich den Körper wie folgt aufgebaut (vgl. auch BUTLER).



Er ist zu 40% des Trockengewichtes vertreten und scheint die Funktion der Zellulose zu haben. Der Schwefelgehalt der Trockensubstanz beträgt dementsprechend 6% und ist fast ausschließlich auf Ester-sulfat zurückzuführen.

Das oft massenhafte Vorkommen der Zuckeralkohole in Algen in freier oder glykosidisch gebundener Form (Mannit, Sorbit, Dulzif, Erythrit,

Glycerin) ist seit den Arbeiten von KYLIN, COLIN, HAAS und HILL immer wieder bestätigt worden. Es liegt hier offenbar ein allgemeines chemisches Merkmal der Algen vor. Jedoch sind unsere Kenntnisse von der Bildung dieser Körper trotz vieler biochemischer Daten nur wenig über das hinaus gefördert worden, was bereits in Fortschr. Bot. 2, 192 berichtet werden konnte. MOTHEs (2) verwirft die Auffassung, daß diese Alkohole ein direktes photosynthetisches Assimilationsprodukt darstellen. Er konnte ihre Bildung im Dunkeln beobachten. Zweifellos verdanken sie einem oxydoreduktiven Vorgang ihre Entstehung. Vielleicht ist das zugehörige Oxydationsprodukt in Zuckersäuren der Membranen zu sehen (vgl. BIRD und HAAS).

ANDERSON und RAISTRICK, COOPER, CARRUTHERS und PRESTON zeigen, daß die Fähigkeit, Polysaccharide aus Mono- und Disacchariden zu bilden, bei Pilzen und Bakterien weit verbreitet ist. Auffälligerweise soll *Leuconostoc dextranicum* das Dextran nur schwer aus Glykose, leicht aber aus dem Glykoseanteil der Saccharose bilden und nicht wieder abzubauen fähig sein. A. L. KURSSANOW infiltrierte in Blätter von Cyclamen usw. Glykose-Fruktose-Gemische und erzielt eine rasche Saccharosesynthese. Je nach dem Zustande der Blätter überwiegt die synthetisierende oder spaltende Wirkung des Ferments.

Die bereits in Fortschr. Bot. 3, 146 behandelte Aktivierung der *Amylase* im Keimungsprozeß wurde neuerdings mehrfach untersucht. T. CHRZASZCZ und I. JANICKI sind der Auffassung, daß die aktivierende Wirkung von Proteinase (spez. Papain) auf einer Freilegung von Amylaseaktivatoren beruhe, während K. MYRBÄCK (1) sich dafür ausspricht, daß die Amylase aus einer inaktivierenden, einschließenden Eiweißbindung befreit wird. CHRZASZCZ begründet seine Auffassung durch die starke Steigerung der verzuckernden Wirkung durch H_2S , wobei Eiweiße nur in geringem Maße gespalten werden. Außerdem zeigen CHRZASZCZ und JANICKI, daß im reifenden Roggenkorn die Amylase bereits in ihrer verflüssigenden, dextrinierenden und verzuckernden Wirkung feststellbar ist. Mit zunehmender Reife findet Inaktivierung statt, wobei die verzuckernde Wirkung am wenigsten betroffen wird. Trotz der vielen auf dieses Problem gerichteten Untersuchungen erscheint es jedoch keineswegs geklärt.

Die blaue und violette Farbe, die der Stärke durch Jod verliehen wird, wurde mehrfach auf den verschiedenen Gehalt an veresterter Phosphorsäure und anderen Begleitstoffen zurückgeführt. Wenn man tiefblau färbende Stärke mit Phosphorsäure verestert, behält sie ihre Eigenschaft gegenüber Jod. Wenn man phosphorhaltige violett färbende Stärke mit amylyasefreier Phosphatase (nach E. WALDSCHMIDT-LEITZ und K. MAYER) dephosphoryliert, färbt sie sich weiterhin mit Jod violett. Die veresterte Phosphorsäure scheint also ohne Einfluß auf die Jodfärbung zu sein (SAMEC, WALDSCHMIDT-LEITZ und MAYER).

K. HESS nimmt auf Grund von Untersuchungen von F. NAUMANN Stellung zur Frage der Endgruppen des *Zellulose*-Kettenmoleküls (Fortschr. Bot. 3, 144), die deshalb eine besondere Bedeutung besitzen, weil auf Grund ihres zahlenmäßigen Vorkommens eine Berechnung der Gesamtgröße des Zellulosemoleküls erfolgen kann. HESS kommt nun zu dem Schluß, daß Endgruppen überhaupt nicht erkennbar sind, soweit die bisherigen Methoden ihren Nachweis gestatten. Sollten sie überhaupt nicht vorhanden sein, so müßte doch mit einem großen Ring aus vielen Kettengliedern gerechnet werden (vgl. Inulin Fortschr. Bot. 5, 216).

Dem ersten Auftreten der *Zellulose* in Pflanzenmembranen sind K. HESS und C. TROGUS und V. VERGIN mit röntgenographischen Methoden nachgegangen, womit sie den hochpolymeren Körper nur dann erfassen, wenn seine Moleküle kristallin geordnet liegen. Sie stellen fest, daß im Verlauf des Wachstums der Samenhaare von *Gossypium* zwei eindeutig zu unterscheidende Wandbestandteile auftreten, von denen die erste nichtkristalline Zellulose ist, Primärsubstanz genannt wird und im Stadium der Wandstreckung allein nachweisbar ist. Kristalline Zellulose tritt erst nach beendeter Zellstreckung auf und überwiegt allmählich. Es ist durchaus denkbar, daß vor der röntgenographischen Erfäßbarkeit der Zellulose bereits amorphe Zellulose in der Form von ungeordneten oder adsorbierten Molekülen vorhanden ist, worüber eine Entscheidung durch weitere Untersuchungen erstrebt wird. Ob Primärsubstanz und Zellulose in einem genetischen Zusammenhang stehen, bleibt zunächst ungewiß (zusammenfassende Darstellung des Aufbaus der pflanzlichen Zellwände durch A. FREY-WYSSLING).

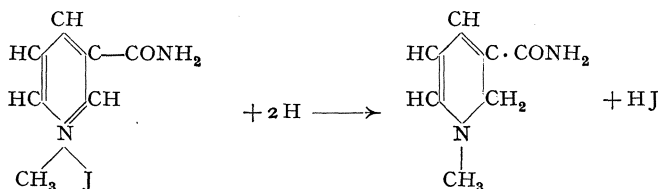
Gegenüber *Gossypium* scheinen die normalen Zellulosemembranen jedoch immer komplizierte chemische Körper darzustellen. Mit der Zellulose sind Zellulosane und Xylane assoziiert, die oxydierte (Säure-) Gruppen enthalten können. Zur Zeit sind die Bestimmungsmethoden dieser Körper noch so unsicher, daß wir im einzelnen auf die zahlreichen Veröffentlichungen nicht eingehen können (vgl. NORMAN, HILPERT). Schließlich wäre in diesem Zusammenhange auch auf die Untersuchungen von LÜDTKE hinzuweisen, der die Inhomogenität der Pflanzenfaser betont.

C. Oxydationsmechanismus.

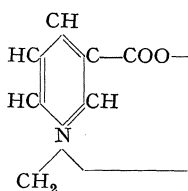
Dehydrasen. In Fortschr. Bot. 5, 211ff. wurde gezeigt, daß auf Grund der WARBURGSchen Untersuchungen ein Pyridinkörper als wesentlicher Bestandteil „des“¹ wasserstoffübertragenden Fermentes

¹ Die Bezeichnung „das“ wasserstoffübertragende Ferment ist nicht nur unglücklich gewählt, sondern auch unzutreffend. Es gibt deren mehrere, die zum Teil dem Pyridintyp zugehören. Der von v. EULER und ADLER (2) für das WARBURGSche Co-Ferment gebrauchte Ausdruck Co-Dehydrase II erscheint uns zweckmäßig.

angesprochen werden muß. Dabei handelt es sich um *Nikotinsäureamid*. Jedoch vermag dieses im freien Zustand nicht ohne weiteres Wasserstoff zu übertragen, da es nicht zu einer reversiblen Dihydroverbindung hydriert werden kann, wie das vom Ferment erwartet werden muß. O. WARBURG und W. CHRISTIAN (1) haben nun in Zusammenarbeit mit P. KARRER (P. KARRER und O. WARBURG) Derivate der Nikotinsäure präpariert und auf ihre reversible Hydrierbarkeit geprüft. Am ähnlichsten der Wirkgruppe des wasserstoffübertragenden Ferments verhielt sich das Jodmethylat des Nikotinsäureamids. Es war leicht hydrierbar.



Und dieser reduzierte Körper konnte mit Hilfe des „gelben Ferments“ (Fortschr. Bot. 5, 210, vgl. H. THEORELL) zur Pyridinverbindung rückoxydiert werden. Ähnlich verhielt sich das weitverbreitete Methylbetain der Nikotinsäure, *das Trigonellin*:

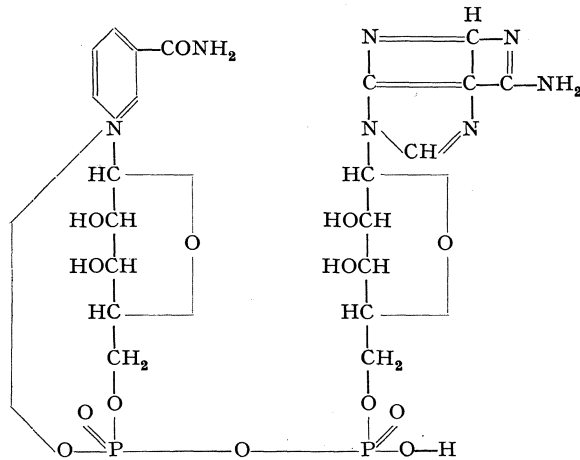


Die Dihydrokörper zeigen im Gegensatz zu den Pyridinkörpern eine charakteristische Absorptionsbande im langwelligen Ultraviolett. Davon rührt die weiße Fluoreszenz dieses Körpers im ultravioletten Lichte her. Man kann am Auftreten und Verschwinden dieser Bande im Licht der Analysenquarzlampe die Hydrierung und Dehydrierung dieser Pyridinverbindungen verfolgen. Ebenso verhält sich aber der natürliche Pyridinkörper des wasserstoffübertragenden Fermentes (WARBURG und CHRISTIAN [4]). Daraus wird geschlossen, daß der natürliche Pyridinkörper ebenfalls durch einen fünfwertigen Stickstoff ausgezeichnet ist und ein quaternäres Salz darstellt.

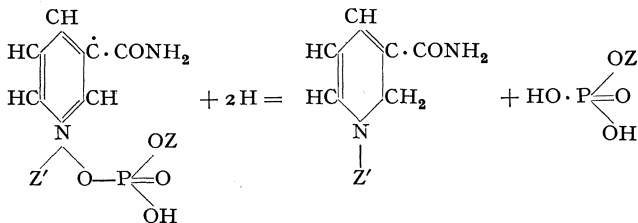
Im Ferment kommt das Nikotinsäureamid in einem Nukleotidkomplex vor, der außerdem einen Purinkörper (Adenin), Phosphorsäure und Zucker (Pentose) enthält (Fortschr. Bot. 5, 211). Die genaue Analyse hat ergeben, daß es sich um ein Triphosphonukleotid handelt (WARBURG und CHRISTIAN [2]).

Bereits in Fortschr. Bot. 5, 211 wurde angedeutet, daß zwischen dem „wasserstoffübertragenden Co-Ferment“ (= Co-Dehydrase II) und der *Co-Zymase* Beziehungen bestehen. In dieser hatten VON EULER und MYRBÄCK das Adenin entdeckt. Nach der Auffindung des Pyridinkörpers im WARBURG'schen Ferment lag es nahe, ihn auch in der Co-

Zymase zu suchen, und er wurde durch VON EULER, ALBERS und SCHLENK (1) und WARBURG und CHRISTIAN in hochgereinigten Präparaten gefunden. In beiden Laboratorien wurde auch nachgewiesen, daß in Hefe und roten Blutzellen Co-Dehydrase II und Co-Zymase nebeneinander vorkommen. In der Präparation von Co-Zymasen und im Erkennen des Adeninbestandteils hat VON EULER den Vorrang, in der Auffindung und in der Bewertung des Pyridins WARBURG. Der Prioritätsstreit über die erste Auffindung des Pyridins in Co-Zymase erscheint von geringerer Bedeutung (VON EULER, ALBERS, SCHLENK [2]). Nach VON EULER und WARBURG unterscheiden sich beide Co-Fermente durch den Gehalt an einem Molekül Phosphorsäure. Co-Zymase ist ein Diphosphonukleotid. VON EULER (2) diskutiert für die Co-Zymase folgende Formel:



Nach WARBURG spalten beide Pyridinnukleotide bei der Wasserstoffaufnahme eine Säure ab, ganz wie das oben für das Jodmethylat aufgezeichnet ist. Da im Nukleotid aber keine andere Säure zu sein scheint als Phosphorsäure, ist nach WARBURG wahrscheinlich, daß diese im Nukleotid eine Valenz frei hat, mit einer zweiten am Pyridinstickstoff und mit einer dritten an einem Zucker (Z) gebunden ist. Am Pyridin-N müßte dann noch ein zweites Zuckermolekül (Z') gedacht werden, womit die Analogie zum Jodmethylat erreicht wäre:



Wenn diese Pyridinnukleotide auch unter geeigneten Bedingungen reversibel hydriert werden können, so sind sie aber noch nicht die eigentlichen Fermente. Allein entziehen sie dem typischen biologischen Substrat den Wasserstoff nicht. Setzt man aber zu den Pyridinnukleotiden geeignete spezifische Proteine, wie sie in Hefe usw. vorkommen, entstehen neue Pyridinnukleotidverbindungen, und *das sind die wasserstoffübertragenden Fermente*. Nach WARBURG (1) und VON EULER und ADLER (2, 3), VON EULER und Mitarbeiter gibt es je nach der spezifischen Art des Proteins verschiedene solche Fermente; alle übertragen sie Wasserstoff, aber von verschiedenem Donator auf verschiedenen Akzeptor. Die Spezifität der Dehydrase ist also durch den kolloidalen „Träger“, durch das Protein, durch das Apo-Ferment bedingt¹. Diese Proteine haben E. NEGELEIN und H. THEORELL zu präparieren versucht. In wäßriger Lösung verlieren sie schnell an Aktivität; in ungereinigten Lösungen sind sie vor dieser Veränderung durch Hefegummi u. ä. geschützt.

Das von A. HARDEN und W. I. YOUNG 1904 entdeckte Co-Ferment der Gärung löst sich nunmehr auf in

1. das phosphorylierende Co-Ferment (Fortschr. Bot. 5, 219), das nur aus dem Adenylsäuresystem zu bestehen braucht (vgl. OHLMEYER),
2. mehrere Co-Dehydrasen, die das Pyridinsystem enthalten müssen und von denen

eine a) die eigentliche Co-Zymase,

die andere b) die Co-Dehydrase II (das wasserstoffübertragende Ferment WARBURGS) ist. Daß in der Tat die meisten fermentativen Dehydrierungen nur in Gegenwart dieser beiden Dehydrasen vor sich gehen, muß aus zahlreichen Arbeiten von VON EULER (s. VON EULER und ADLER (2), ADLER und MICHAELIS, VON EULER, VON EULER und Mitarbeiter, WAGNER-JAUREGG, SZENT-GYÖRGYI usw. geschlossen werden. Die universale Bedeutung des Pyridins wird dadurch deutlich, wie auch die weite Verbreitung des Flavinenzyms (H. THEORELL, H. VETTER) erneut mehrfach belegt wurde.

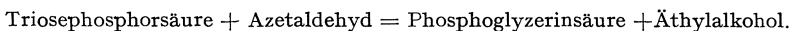
Über die Spezifität der Apofermente (kolloidalen Träger) liegen eine Reihe interessanter Befunde vor, die gleichzeitig den Mechanismus der Dehydrasewirkung weiter erhellen.

O. WARBURG und W. CHRISTIAN (5) haben ihr Triphospho-Pyridin-Nukleotid (Co-Dehydrase II) vereinigt mit aus Hefe isoliertem Träger-

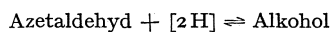
¹ V. EULER und ALBERS (1) empfehlen folgende Nomenklatur: wasserstoffübertragendes Ferment: Holodehydrase; kolloidaler, hitzeinstabiler Anteil (Protein) = Apodehydrase; hitzestabiler dialysabler Anteil-Co-Dehydrase. Das erscheint klar. Der Wirrwarr der Bezeichnungen ist um so verderblicher, als mit vielen Namen in der Fermentchemie Eigenschaften verbunden werden, die sich durch die weitere Forschung als nicht oder nicht entsprechend vorhanden herausstellen; bereits der Begriff „Träger“ sagt zu viel über die Funktion aus.

protein und erhielten dadurch ein Ferment, das bei gleichzeitiger Gegenwart von „Flavinferment“ Hexosemonophosphorsäure zu Phosphohexonsäure dehydrierte. Wird aber dasselbe Nukleotid mit einem anderen Hefeprotein verbunden, geht die Oxydation wesentlich weiter. Es werden dann nicht 0,5 Moleküle O₂, sondern 3 aufgenommen, und gleichzeitig werden 3 Moleküle CO₂ abgegeben. Das heißt aber: Pyridinferment und Flavinferment verbrennen in Gegenwart von Sauerstoff ein Molekül Hexose zur Hälfte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß hier ein Schlüssel zum Verständnis der Atmung liegt.

Mit der alkoholischen Gärung beschäftigen sich u. a. VON EULER und ADLER, 4, 5) (mit HELLSTRÖM und KYRNING) und WARBURG und CHRISTIAN (1). Die oxydoreduktive Hauptreaktion der Gärung kann formuliert werden:

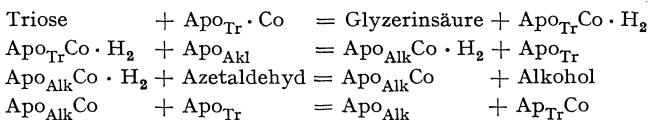


Der Azetaldehyd oxydiert die Triose und wird dabei zum Alkohol reduziert. Es ist also zunächst nach einer Dehydrase für Triosephosphorsäure zu suchen. Daneben gibt es auch eine Alkoholdehydrierung, die also den umgekehrten Prozeß, die Umwandlung von Äthylalkohol in Aldehyd, darstellt. Es ergibt sich nun aus den Versuchen VON EULERS, daß freie reduzierte Co-Zymase allein Azetaldehyd nicht zu hydrieren vermag, wohl aber in Verbindung mit einer spezifischen Alkoholapodehydrase, und daß der Prozeß



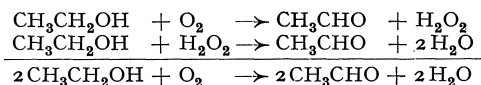
umkehrbar und in seinem Verlauf durch die Konzentration der reagierenden Körper und durch die Azidität bestimmt ist.

VON EULER ist nun der Auffassung, daß diese Alkoholdehydrase tatsächlich bei der Gärung normalerweise mitwirke. Da ihr Apoferment (Apo_{Alk.}) von dem der Triosedehydrase (Apo_{Tr.}) verschieden ist, ihr Co-Ferment aber nicht, besteht vielleicht die Möglichkeit, daß die Co-Zymase mit Wasserstoff beladen zwischen den beiden Apodehydrasen hin und her pendelt, hier den Wasserstoff aufnimmt und ihn dort wieder abgibt.



Weiter konnten VON EULER und Mitarbeiter wahrscheinlich machen, daß die Co-Zymase bei der Phosphorylierung nicht das Adenylsäuresystem ohne weiteres vertreten kann (Fortschr. Bot. 5, 220). Es bestehen zwischen beiden charakteristische Unterschiede des Verhaltens. Co-Zymase wird aber nach alkalischer Aufspaltung als Phosphorüberträger wirksam, offenbar wird dabei Adenylsäure oder eine ähnliche Substanz frei.

Auf Grund der heute weitgehend angenommenen Vorstellungen von WIELAND beruht alle *biologische Oxydation* auf Wasserstoffentzug. Handelt es sich um Atmung, so reagiert der Luftsauerstoff als molekularer Sauerstoff mit dem aktivierten (atomaren) Wasserstoff. Dabei muß H_2O_2 entstehen. Für seine Entfernung sorgt die Katalase (vgl. Fortschr. Bot. 2, 206, 210). Diese Vorstellung erhielt eine entscheidende Stütze durch die Feststellung, daß katalasefreie Bakterien (gewisse halbaerobe Milchsäurebildner) in der Tat H_2O_2 anreichern (Fortschr. Bot. 2, 207). Nun beschrieb F. VISSER-T'HOOF einen *Acetobacter peroxydans*, dem trotz ausgeprägt starken Oxydationsvermögens die Katalase eindeutig fehlt. Somit mußte H_2O_2 erwartet werden. Das war aber nicht der Fall. Ist damit die WIELANDSche Theorie in ihrer umfassenden Gültigkeit erschüttert? H. WIELAND und H. J. PISTOR beschäftigen sich mit diesem Problem. *Acetobacter peroxydans* hat ein eisenhaltiges Häminsystem, die Atmung ist blausäureempfindlich, das Zytochromspektrum ist feststellbar. Nach VISSER-T'HOOF vermag er wie ein Knallgasbazillus H_2 und O_2 zu vereinigen. Dabei tritt kein H_2O_2 auf; es ist aber nicht anzunehmen, daß die Reaktion $\text{H}_2 + \text{O}_2$ zu H_2O nicht über H_2O_2 laufen könnte. Somit ist wahrscheinlich, daß H_2O_2 wohl gebildet wird, aber sofort wieder verschwindet. Es zeigt sich, daß diese Bakterien in Gegenwart von Alkohol H_2O_2 hydrieren und Azetaldehyd und Wasser bilden.



Es ist wahrscheinlich, daß beide Teilreaktionen von verschiedenen Enzymen gesteuert werden, die zweite von einer Art „Peroxydase“. Wie zu erwarten vermag Azetobakter peroxydans auch H_2O_2 mittels molekularem H_2 zu hydrieren. Die Aktivierungsfähigkeit diesem Gas gegenüber ist also sehr groß.

K. und Y. SHIBATA haben jetzt ihre seit mehr als 10 Jahren durchgeführten, zum Teil nur japanisch veröffentlichten sehr interessanten Versuche über Oxydation mittels Kobaltaminkomplexsalze gesammelt und im wesentlichen in deutscher Sprache herausgegeben. Unter den bisher nicht bekannten Untersuchungen sind vor allem die über „asymmetrische Oxydation“ zu erwähnen. Optisch aktive, asymmetrisch gebaute Kobaltaminkomplexsalze wirken auf optisch aktives Substrat recht verschieden oxydierend, je nachdem ob Katalysator und oxydable Substanz optisch einheitlich aktiv oder verschieden sind. Das Oxydationsmodell spiegelt also eine Erscheinung wieder, die für die Wirksamkeit der Enzyme überaus charakteristisch ist. Das geht so weit, daß auch Hemmkörper wie Weinsäure, Zystein usw. je nach ihrer sterischen Konfiguration verschieden stark in den Prozeß eingreifen.

D. Kohlehydratabbau, Atmung und Gärung.

Äpfelsäure. Nach THUNBERG soll in *Cucurbitaceen*-Samen eine Dehydrase vorhanden sein, die direkt Stärke, Glykogen und Dextrin ohne vorherige Aufspaltung in Zucker dehydriert. H. WIELAND, M. CRAWFORD und H. WALCH finden bei einem morphologisch nicht näher charakterisierten Bazillus, daß er wohl l-Äpfelsäure verarbeitet, d-Äpfelsäure aber unverändert läßt. Das Razemat wird aber langsamer

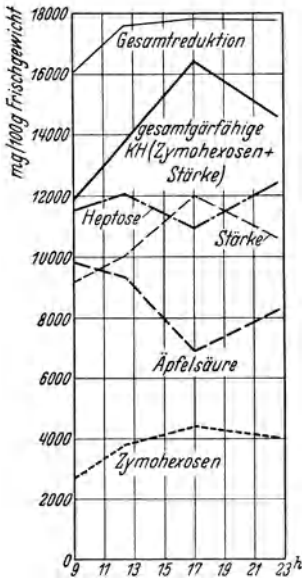


Abb. 31. *Sedum spectabile*. Diurnales Verhalten von Zymohexosen, Äpfelsäure, Stärke, Heptose, gesamtgärfähigen KH (Zymohexosen + Stärke) und Gesamtreaktion in abgeschnittenen Blättern. (Nach Wolf.)

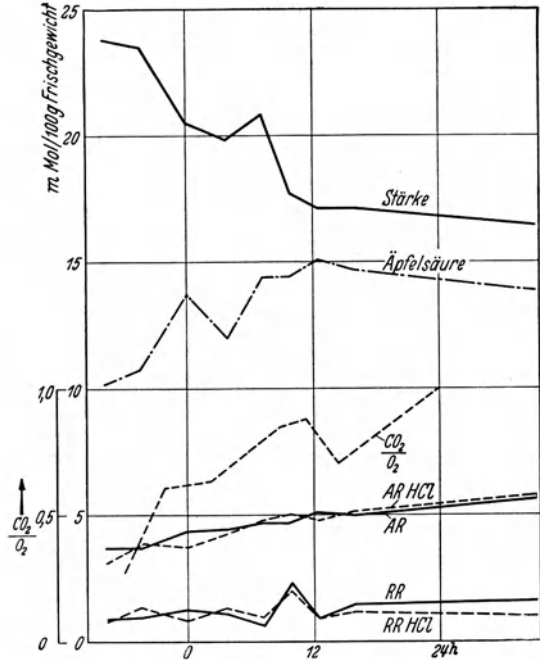


Abb. 32. *Bryophyllum calycinum*. Verhalten von Stärke, Äpfelsäure, CO_2/O_2 , Anfangsreaktion (AR), Anfangsreaktion nach Wärmebehandlung mit 1% Salzsäure (AR HCl), Restreaktion nach Vergärung (RR), Restreaktion nach Wärmebehandlung mit 1% HCl (RR HCl) in abgeschnittenem Blattgewebe bei fortlaufender Verdunkelung. (nach Wolf.)

vergoren als die l-Form. Sie schließen daraus entsprechend einer Beobachtung von WILLSTAETTER an Leberesterase, daß die resistente Form bevorzugt in die Oberfläche des Enzyms eindringt und diese blockiert. — J. WOLF nimmt zu den Mitteilungen von BENNET-CLARK (Fortschr. Bot. 3, 152) Stellung durch neue Untersuchungen an Sedum und Bryophyllum. Er kann den antagonistischen Verlauf der Äpfel- und Heptosekurven nicht bestätigen. Dagegen zeigen Stärke bzw. vergärbare KH überhaupt und Äpfelsäure recht deutliche quantitative Beziehungen (Fortschr. Bot. 1, 165) (Abb. 31 u. 32).

Bekanntlich haben RUHLAND und WETZEL die Auffassung vertreten, daß beim Rhabarber die Äpfelsäure ein Produkt der Aminosäuren-

desaminierung sei und daß ihr Auftreten in bestimmtem Zusammenhang mit dem des NH_4 erfolge. BENNET-CLARK und WOODRUFF finden nun, daß im jahreszeitlichen Rhythmus keine Parallele oder gar quantitative Beziehungen zwischen NH_3 - und Äpfelsäurebildung bestehen. Nach ihnen soll die Säure im KH-Stoffwechsel entstehen, sowohl im Sommer als auch während des Austreibens im Frühjahr (also auch in der Periode des Eiweißumsatzes). Eine Entscheidung ist zur Zeit um so weniger möglich, als RUHLAND und WETZEL ihre Methode und die eigentlichen Analysenergebnisse noch nicht veröffentlicht haben. Vor

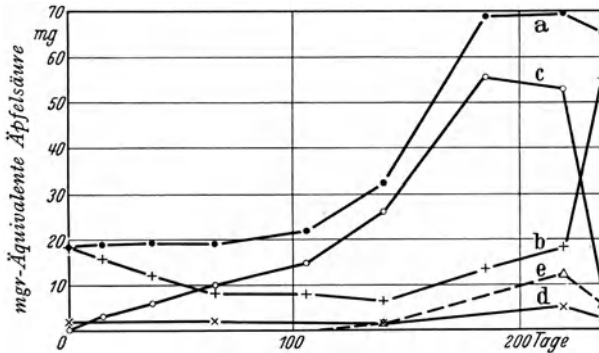
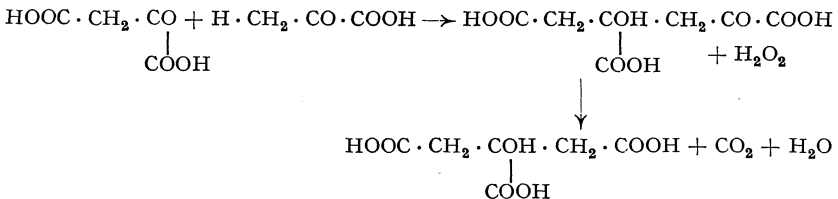


Abb. 33. Jahreszeitlicher Gang der Gesamtäpfelsäure in Rhabarberpflanzen, ausgedrückt in mg-Äquivalenten auf 100 g ursprüngliches Frischgewicht des getriebenen Rhizoms. a (—●—●—●—) Gesamtmalat in der ganzen Pflanze; b (—+—+—+—) Gesamtmalat in Rhizom und Wurzeln; c (—o—o—o—) Gesamtmalat im Sproß; d (—x—x—x—) NH_3 in der ganzen Pflanze; e (---△---△---△---) Oxalat in der ganzen Pflanze.

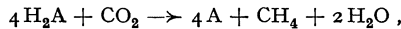
allem ergibt sich die Frage, ob bei der angenommenen Desaminierung allein *bestimmte* Aminosäuren beteiligt sind (Abb. 33).

Es fragt sich, wie weit diese Widersprüche in den Ergebnissen eine Erklärung finden können durch eine Berücksichtigung der *Zitronensäure*, für deren weite und mengenmäßig beachtliche Verbreitung immer mehr Belege erbracht werden. R. SONDERHOFF und M. DEFNER teilen mit, daß die in Fortschr. Bot. 2, 200, 3, 153, 5, 223 berichteten Ergebnisse über anaerobe Vergärung von Zitronensäure nicht durch Hefe, sondern durch ein der Hefe beigemengtes Bakterium verursacht worden sind. Zur Synthese dieser viel bearbeiteten Säure bringen F. KNOOP und C. MARTIUS neue Versuche in vitro, wobei aus Brenztraubensäure und Oxalessigsäure Zitronensäure entstand:

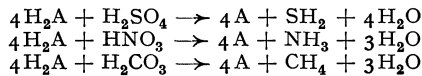


Ameisensäure (vgl. Fortschr. Bot. 5, 222). H. WIELAND, M. CRAWFORD und H. WALCH zeigen, daß Ameisensäure sowohl aus Brenztraubensäure ($\rightarrow \text{C}_3\text{HCOOH} + \text{HCOOH}$) als auch aus Oxalessigsäure ($\rightarrow \text{COOH} \cdot \text{CH}_2\text{COOH} + \text{HCOOH}$) gebildet werden kann. THUNBERG beobachtet in Phaseolussamen eine Ameisensäuredehydrase.

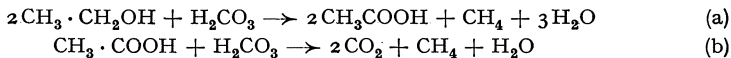
Methangärung. Während man bisher Methan infolge Dekarboxylierung von Essigsäure entstanden dachte, machen BARKER und VAN NIEL (2) wahrscheinlich, daß in allen Fällen CO_2 die Ausgangssubstanz ist:



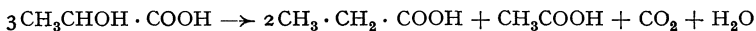
wobei H_2A ein Wasserstoffdonator ist. Sie sehen analoge Vorgänge in der biologischen Reduktion folgender Säuren:



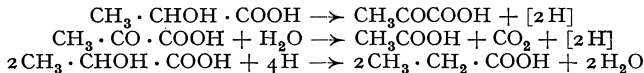
Bei den Methanbakterien ist organische Substanz der Wasserstoffspender. In der Tat finden die Verfasser, daß entsprechend der Verwandlung von Äthylalkohol in die entsprechende Säure (a) CO_2 aufgenommen wird. Für die Essigsäure ist die Bilanz besonders schwer aufzustellen, weil CO_2 nicht allein verbraucht, sondern auch durch Dehydrierung der Essigsäure (b) gebildet wird.



3-C-Säuren: Die Untersuchung der *Propionsäuregärung* durch ERB, WOOD und WERKMANN hat ergeben, daß die nach der Gleichung



verlaufende Reaktion zerfällt in eine Dehydrierung der Milchsäure in Brenztraubensäure, die ihrerseits dekarboxyliert und dehydriert wird. Der dabei verfügbare Wasserstoff wird zur Hydrierung weiterer Milchsäuremoleküle zu Propionsäure benützt. In Aerobiose konkurriert der Sauerstoff um den Wasserstoff, und die Propionsäureausbeute wird geringer.

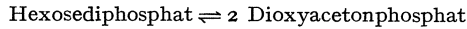


Nach BARRON vermögen junge Gonokokken Milchsäure und auch Brenztraubensäure ohne Mitwirkung von Karboxylase zu oxydieren. Wenn aber die Bakterien vorübergehend der Kälte ausgesetzt werden, verlieren sie die Fähigkeit, Brenztraubensäure zu verwandeln. Nach SEVAG und NEUENSCHWANDER-LENNER zeigen *Staphylococcus aureus* und *albus* von vornherein nicht die Fähigkeit, Brenztraubensäure zu verarbeiten. Sie dehydrieren allein Milchsäure zu Brenztraubensäure, besitzen also ein sehr einfaches Oxydationssystem.

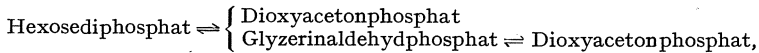
Nach K. LOHMANN und PH. SCHUSTER enthält ein hochgereinigtes, aber noch nicht absolut reines Präparat von Co-Karboxylase zwei esterartig gebundene Phosphorsäuremoleküle. Die organische Grundsubstanz ist S-haltig und entspricht in der Zusammensetzung dem Vitamin B₁.

Resynthesen und Aldolase. Die Resynthese von KH-Abbauprodukten ist offenbar eine sehr weit verbreitete Erscheinung. GIESBERGER weist darauf hin, daß *Spirillum* verschiedene C-Quellen immer nur zum Teil total veratmet, ein anderer Teil wird assimiliert. Sehr hohe Ausbeuten bei solchen Synthesen erhielt auch A. BARKER mit der farblosen Alge *Prototheca Zopfii*, die merkwürdigerweise je nach der organischen Nahrung verschiedene Kohlehydrate aufbauen soll. BENNET-CLARK und LA TOUCHE messen die CO₂-Produktion von *Aspergillus*-Hungerkulturen. Bei Glykosegabe steigt diese stark an. Gibt man aber Zitronen-, Glykol-, Äpfelsäure usw., so verschwinden zwar die Säuren rasch; aber es entsteht kein CO₂. Der Sauerstoffverbrauch ist recht gering (Atmungsquotient 1,75). Die Verfasser meinen, daß die Säuren als Sauerstoffsparer, d. h. Wasserstoffakzeptoren fungieren, in die entsprechenden Alkoholaldehyde und weiter in Kohlehydrate verwandelt werden. Einen bemerkenswerten Beitrag liefert H. MEYER durch Untersuchungen an *Chlorella luteoviridis*, die neben höheren Alkoholen, Hexosen und Polysacchariden vor allem Essigsäure und gärungschemisch nahestehende Körper leicht verwertet und diese offenbar zu KH aufbaut. Erstaunlich ist, daß oxydative Produkte des normalen Essigsäurestoffwechsels wie Bernsteinsäure, Äpfelsäure, auch Zitronensäure und selbst Brenztraubensäure unverwertbar sind. MEYER vermutet, daß hier ein Weg der KH-Synthese beschritten wird, der völlig anders als der bisher meist studierte ist (Fortschr. Bot. 2, 196), vielleicht der über Essigsäure, Azetessigsäure, Dioxyazeton, Glyzerinaldehyd, Hexose. Soweit es sich bei solchen Synthesen um endotherm verlaufende Reaktionen handelt, sind sie zum Teil gut studiert (Milchsäure → Zucker; Fortschr. Bot. 2, 193). Umstritten ist der Mechanismus *thermisch neutraler C-Synthesen*. Bekanntlich hatte NEUBERG ein besonderes Ferment, die *Karboligase*, angenommen, die aus 2 Molekülen Azetaldehyd Azetoin zu bilden imstande sein soll. DIRSCHERL (Fortschr. Bot. 2, 199) zeigte, daß diese Synthese nur eines besonderen labilen Zustandes eines Azetaldehydmoleküles bedarf, wie er durch den Status nascendi oder durch Lichtanregung gegeben sein kann. TOMIYASU verteidigt neuerdings die Existenz der Karboligase, weil er Azetaldehyd ohne die eben genannten Voraussetzungen durch Hefepreparate in Azetin zu verwandeln vermag. Wie hierüber auch die Entscheidung noch fallen mag, die Karboligase hätte die unwahrscheinliche Eigenschaft, allein als synthetisches Ferment wirksam zu sein und nicht die Reaktion auch im umgekehrten Sinne zu beeinflussen.

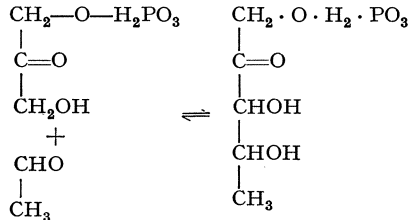
Hier kommen nun MEYERHOF, LOHMANN und SCHUSTER, MEYERHOF und W. SCHULZ, K. LOHMANN ein entscheidendes Stück vorwärts. Der bereits früher studierten Reaktion



liegt ein weit verbreitetes Prinzip zugrunde: es ist die enzymatische Aldolkondensation der Dioxyacetonphosphorsäure mit verschiedensten Aldehyden zu Phosphorsäureestern mit verlängerter C-Kette. Die obige Gleichung ist also genauer zu schreiben

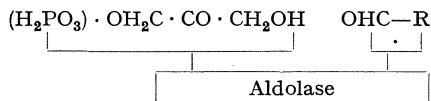


da sich Dioxyaceton nur mit Aldehyden und nicht mit Dioxyaceton kondensiert. Sie wird durch ein Ferment bewirkt, das nunmehr *Aldolase* heißt (die frühere Zymohexase). Besonders interessant ist eine in Gäransätzen und in Muskelextrakten verlaufende Kondensation zu Methyltetrose, die so zustande kommt, daß die intermediäre aus Hexosediphosphat gebildete Dioxyacetonphosphorsäure mit zugesetztem Acetaldehyd reagiert:



Da im Muskel Azetaldehyd nicht entsteht, kann auch diese Reaktion nicht zustande kommen. Bei der Hefegärung ist sie aber denkbar. Und es bleibt dahingestellt, ob dieser Körper im Gärungsschema einen normalen Platz hat und ob er bei der Synthese von organischen Säuren eine Rolle spielt.

Diese *Aldolase* funktioniert allein, wenn Dioxyaceton der eine Partner der Kondensation ist und in phosphorylierter Form vorliegt. Nach LOHMANN scheint das Ferment mit zwei Haftstellen anzugreifen:



Sie arbeitet insofern sehr spezifisch, als sie ganz bestimmte optisch aktive Isomere allein synthetisiert, andere, bei der chemischen (in Alkali ablaufenden) Aldokondensation aus den gleichen Ausgangsprodukten entstehende Isomere aber nicht aufbaut. Bei diesen Synthesen werden Gleichgewichte erreicht.

Aus dem kalorischen Verhalten der enzymatischen Spaltung, der enzymatischen und chemischen Synthese hat sich errechnen lassen, daß die als Intermediärreaktion der Gärung wichtige Isomerisierung

Dioxyacetonphosphorsäure \rightleftharpoons Glycerinaldehydphosphorsäure
annähernd thermoneutral ist.

Atmung — Gärung. Die bekannte Umschaltung der Atmung in Gärung bei *Früchten* untersuchen WARDLAW und LEONHARD bei *Carica Papaya*. Mit dem Reifen setzt ein bedeutender Anstieg des CO_2 im Inneren ein (bis 20 %) bei gleichzeitigem Schwund des Sauerstoffs bis fast zum Nullwert. Daß für diesen Vorgang die Abnahme der Permeabilität für Sauerstoff in den äußersten Membranen entscheidend ist, geht aus Versuchen hervor, bei denen Vaselinebestreichung der Früchte den CO_2 -Anstieg schon früher auslöste (Abb. 34). Andererseits zeigen SINGH und MATHUS für reifende Tomaten, daß im Zustande der Rötung die CO_2 -Menge im Inneren rasch abfällt, wahrscheinlich weil die Oxydationen insgesamt schwächer werden und die Permeabilität für CO_2 erhöht wird. Auch GUSTAFSON berichtet von der Umschaltung von sauerstoffverbrauchenden Vorgängen in anaerobiontische bei reifenden Tomatenfrüchten, wenn das atmosphärische Verhältnis $\text{O}_2:\text{CO}_2$ zugunsten von CO_2 verschoben wird. Auch nimmt die Atmungsintensität mit zunehmender Reife ab.

Während E. G. PRINGSHEIM an Hand eines umfangreichen Materials vor kurzem berichtete, daß der *Atmungsquotient* nur selten von 1 abweiche, geben W. RUHLAND und H. ULLRICH in einer vorläufigen Mitteilung Ergebnisse bekannt, wonach vor allem in stark wachsenden Organen bei bester Sauerstoffversorgung ein solches Überwiegen der CO_2 -Ausscheidung gegenüber der O_2 -Aufnahme stattfinden kann, daß die RQ-Werte nicht mehr durch Oxydation eines besonderen Atmungsmaterials, etwa organischer Säuren, zu erklären sind. Vielmehr müssen aerobe Gärungen als Ursache angenommen werden. Dies weist auf die eigenartigen Verhältnisse in Krebsgeschwülsten hin, in denen die Gärung auch die Atmung übertönt, selbst wenn Sauerstoff in genügender Menge zur Verfügung steht. Doch gehen beim pflanzlichen Material diese Gärungen schnell vorüber, der Atmungsquotient nähert sich 1. Es erscheint uns nicht un-

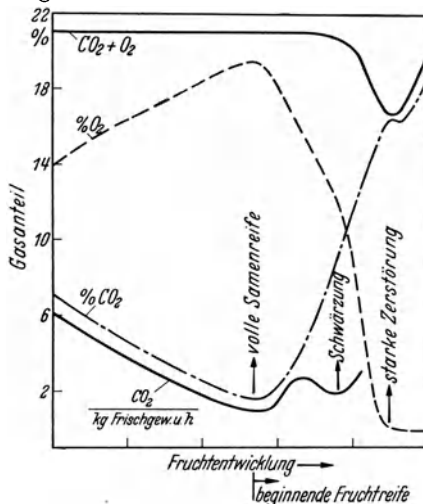


Abb. 34. Atmungsintensität (bezogen auf Frischgewicht) und Gaswechsel, ausgedrückt in prozentuellem Anteil am Gesamtgas des Fruchtinners von *Carica Papaya*.

möglich, daß die hier beobachteten Vorgänge im Dienste der Synthesen, besonders der Eiweißsynthese, stehen.

MILLER, GUTHRIE und DENNY setzen *ruhende Kartoffelknollen* den Dämpfen von Äthylenchlorhydrin, Butylbromid usw. aus und beobachten einen schnellen Anstieg der Atmung mit späterem Fallen. Diese Atmungssteigerung geht u. a. offenbar auf Kosten von Zitronensäure, die rapid abnimmt, was sich auch im Ansteigen des p_H widerspiegelt. Gleichzeitig werden verschiedene andere Änderungen des Stoffwechsels beobachtet. Z. B. steigt der Gehalt an Gesamtzucker und reduzierendem Zucker an, jedoch erst nach dem Atmungsmaximum, was darauf hindeutet, daß deren Intensität nicht in erster Linie durch lösliche Kohlehydrate bestimmt sein kann. Äthylenchlorhydrin speziell steigert den Glutathiongehalt und senkt den Sulfatwert; doch stehen auch diese Vorgänge in keiner zeitlichen Übereinstimmung mit den Atmungsveränderungen. Übrigens konnte auch bei Bryophyllumblättern der Zitronensäurespiegel in ähnlicher Weise beeinflußt werden, wobei Äthylenchlorhydrin wie Licht wirkt (GUTHRIE).

Bereits in Fortschr. 3, 155 wurde andererseits gezeigt, daß die Atmung bei *Kartoffeln* in großen Zügen dem Zuckergehalt folgt, der durch Temperaturveränderung beeinflußt wird. BARKER setzt diese Untersuchungen fort und trennt Saccharose, Glykose und Fruktose. Genaue Berechnungen ergeben, daß die Atmung der Saccharosekonzentration in ähnlicher Weise folgt, wie auch sonst Fermentreaktionen vom Substrat beeinflußt zu werden pflegen (Kurvenverlauf hyperbolisch). Die Hexosen lassen eine solche klare Beziehung nicht erkennen.

L. ALGERA untersucht den Stoffwechsel von *Tulpenzwiebeln*, die vorübergehend verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden. Auch hier findet ein starker Anstieg der Zucker bei dem kühl gelagerten Material statt, während sich die Polysaccharide in groben Zügen gegensätzlich verhalten. Die Atmung zeigt jedoch keine eindeutigen Beziehungen zum Zuckerhaushalt. Die oxydationshemmende Wirkung der tiefen Temperatur läßt die fördernde der Zuckeranreicherung nicht klar erkennen. A. W. H. VAN HERK beschäftigt sich mit den *Atmungsvorgängen im Kolben von Sauromatum*; die Atmungsintensität steigt ganz plötzlich beim Aufblühen stark an, in den oberen Teilen des Kolbens früher als in den unteren, und sinkt auch schnell wieder ab; diese raschen Umsetzungen sind auf die peripheren Schichten beschränkt; das zentrale Gewebe zeigt eine geringe Atmung. Die Sauerstoffversorgung durch die Spaltöffnungen genügt. Die Kohlenhydratreserven nehmen in der peripheren Schicht schnell ab; zunächst wird aus dem zentralen Gewebe noch Atmungsmaterial zugeleitet. Dennoch ist das Atmungsferment schon beim Öffnen der Spatha nicht völlig gesättigt. Die Atmungssteigerung selbst kann nicht auf geförderte Sauerstoff- oder KH-Zufuhr zurückgeführt werden. Die Veränderung der Fermentaktivität erscheint

als ausschlaggebender Faktor. An Fermenten werden Co-Zymase und Co-Dehydrase II und große Mengen an Flavinenzym gefunden. Die Dehydrasenaktivität verläuft dem Atmungsprozeß parallel. Doch muß angenommen werden, daß das Flavinenzym in der Periode der stärksten Atmung nicht den gesamten Sauerstoffumsatz zu bewirken vermag; da aber schwermetallhaltige Oxydationsenzyme nicht gefunden wurden, ergibt sich die Frage nach einem dritten Atmungsenzym.

E. Physiologie N-haltiger Verbindungen.

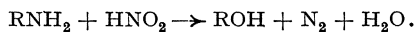
Da die Frage, wer bei der *Leguminosensymbiose* den Stickstoff bindet, ob die Bakterien unter dem Einfluß der Leguminose oder deren Knöllchengewebe unter dem Einfluß der Bakterien, immer noch unbeantwortet ist, tauchen von Zeit zu Zeit immer wieder Arbeiten auf, die eine N_2 -Bindung durch bakterienfreie Leguminosen erwiesen haben wollen. So neuerdings von N. VITA. Diese Versuche vermögen aber aus verschiedenen Gründen nicht zu überzeugen, so daß begründete Zweifel von verschiedenen Seiten geäußert wurden. Es ist interessant, wie gewichtig die Bedenken sind, die bei solcher Gelegenheit gegen die viel benützte Kjeldahl-Methode trotz ihrer vielen Verfeinerungen vorgebracht werden (vgl. ORCUTT, GIRTSCHANOFF, SMYTH und WILSON, HARITANTIS).

VIRTANEN und Mitarbeiter haben gezeigt, daß erhebliche Mengen von organischem Stickstoff nicht der Wirtspflanze zufließen, sondern von den Knöllchen in die Nährlösung bzw. den Boden ausgeschieden werden. BOND bestätigt diese Angabe. VIRTANEN stellt vor allem Asparaginsäure und Lysin fest und meint, daß es sich hierbei nicht um Produkte einer Eiweißverdauung des Knöllchens handeln kann. Die Auffassung von VIRTANEN, daß eine Buttersäuregärung den Wasserstoff zur Reduktion des atmosphärischen Stickstoffs liefere, ist unwahrscheinlich. In unserem Laboratorium hat J. PIETZ weder in Knöllchen noch in Reinkulturen des Bakteriums je Buttersäure aufgefunden (MOTHES und PIETZ). Dabei konnten wir auch neue Befunde über das *Wesen der Symbiose* beibringen. In den Knöllchen ist auffälligerweise, solange diese jung und aktiv sind, eine rötliche Farbe festzustellen. Diese rührt vom „roten Körper“, einem Oxydationsprodukt des Dioxyphenylalanins (Dopa) her (Fortschr. Bot. 3, 160). Diese sehr labile Substanz wird leicht reduziert oder oxydiert. Daß sie im Knöllchen stabilisiert erscheint, muß durch das Oxydationspotential bedingt sein ($r_H > 15$) (Fortschr. Bot. 4, 230). Auch das p_H (etwa 6) ist im Verhältnis zu dem der Wurzelrindenzellen (3,5) eigentümlich hoch. Nun zeigen Reinkulturen von Rhizobium, daß bei einem $r_H < 13$ ein Wachstum überhaupt nicht erfolgt. Das Bakterium vermehrt sich normal nur in Aerobiose, dabei steigt r_H bis auf 24. Auffälligerweise kann nun der Sauerstoff ersetzt

werden durch den roten Körper; er stimuliert das Wachstum ganz bedeutend. Da dieser Körper normal nur in den Knöllchen und Dopa als regelmäßiger Bestandteil allein in den Leguminosen vorkommen, wird in Dopa eine Bedingung der Symbiose gesehen. Beachtlich ist auch die Reduktionsfähigkeit von Bakteriengewebe und wüchsigen Reinkulturen: das r_H im Stickstoffstrom sinkt unter 7 herab.

Über den Kohlenhydratumsatz von *Rhizobium meliloti* berichten NEAL und WALKER. Sie finden, daß dem Glykoseverbrauch keineswegs die CO_2 -Produktion entspricht. Es müssen intrazellulär reduzierte Körper angereichert werden; denn der Atmungsquotient ist 1,16 bis 1,26.

Stickstoffentbindung. Nach GIESBERGER vermag *Spirillum Itersonii* weder Nitrat noch Nitrit zum Aufbau von Leibessubstanz zu verwenden; es vermag aber mit Nitrat in Anaerobiose organische Substanz zu dehydrieren. Offenbar entsteht dabei nicht NH_3 ; denn es resultiert in diesem Prozeß kein assimilierbarer Stickstoff. Es liegt nahe anzunehmen, daß diese Organismen die Reduktion des Nitrits zu NH_3 nicht durchzuführen vermögen, sondern durch Reaktion mit Aminosäuren molekularen N_2 bilden:



Diese Reaktion ist zweifellos weit verbreitet. Sie kann zu nennenswerten Stickstoffverlusten führen, ein Problem, das auch außerhalb der denitrifizierenden Bakterien Bedeutung hat. Neuerdings behauptet H. FISCHER, daß abgeschnittene Blätter in kurzer Zeit bedeutende Verluste an Stickstoff erleiden. Diese Beobachtung ist einzigartig, Verfasser hat keine Gegenstücke dafür finden können. Stickstoffverluste scheinen allein dort in größerem Ausmaß möglich zu sein, wo Nitrit mit Aminosäuren reagiert. In höheren Pflanzen haben das MEVIUS und DIKUSSAR zuerst beobachtet und richtig gedeutet. Ihre Befunde kann Verfasser bestätigen. Normal zeigt die höhere Pflanze diese Erscheinung jedoch nicht, insbesondere treten Verluste im Zuge der Nitratreduktion unter natürlichen Bedingungen offenbar kaum auf. Vielleicht wird das intermediär gebildete Nitrit zu schnell verarbeitet, vielleicht ist der „Nitritort“ der Zelle ein anderer als der „Aminoort“. Bei *Aspergillus* und Hefe ist bei Nitrat- und bei Nitritgabe N-Verlust eine normale Erscheinung, die bei gleichzeitiger Aminosäurenernährung große Werte erreichen kann. Nach MCKEE hat PEARSALL ähnliche Erscheinungen auch bei *Chlorella* beobachtet.

GRÖNER belegt die Bedeutung der reduzierenden Zucker für die *Eiweißsynthese* durch Untersuchungen an weißen und grünen Rassen von *Zea Mays* bei künstlicher Versorgung mit Maltose und Glukose. Mangel an KH bedingte Anhäufung von Aminostickstoff (nach VAN SLYKE bestimmt). Ebenso bewirkte Ergrünen am Licht Eiweißsynthese. GRÖNER sieht die eiweißsparende Funktion der KH ähnlich wie im

Tierreich. Es wäre sehr interessant zu wissen, um welche Aminosäuren es sich dabei handelt. Denn man kann doch nicht annehmen, daß KH-Mangel allgemein Aminosäuresynthese zuläßt, Eiweißsynthese aber verhindert. Die Atmung des Albinos wurde ähnlich der der grünen Rassen gefunden.

Über die *Assimilierbarkeit von Aminosäuren* durch die Hefe berichtet N. NIELSEN, dessen Befunde das Auswahlvermögen gegenüber optischen Antipoden und die Abbauewege beleuchten. So werden Glykokoll, d-Alanin, d-Tyrosin fast völlig verwertet. d,l-Alanin, d,l-Serin, d,l-Phenylalanin aber nur zur Hälfte. Da l-Tryptophan auch nur zur Hälfte, Histidin nur zu einem Drittel genutzt werden, deutet dies auf die Nichtassimilierbarkeit des Indol- bzw. Imidazolringes hin. Beim Arginin werden offenbar nur die beiden Aminogruppen verwertet. Auffälligerweise werden α -Aminosäuren mit sehr langen Kohlenstoffketten überhaupt nicht assimiliert. Der Grund bleibt verborgen.

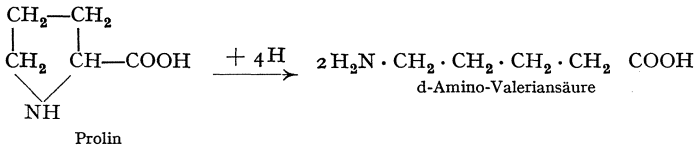
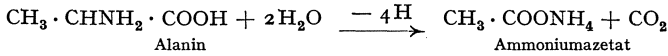
Bei *Chondrus crispus* fällt nach BUTLER mit dem Trieb im Frühjahr der Eiweiß-N und lösliche N stark ab und steigt erst gegen Sommerende wieder an (bezogen auf Trockengewicht). Diese Algen sind demnach nicht in der Lage, N-Verbindungen genügend schnell zu assimilieren. Die Kohlehydratbildung eilt voran. Dabei muß es sich um komplizierte Kohlehydratester mit Schwefelsäure handeln, wie wir sie im Agar-Agar vor uns haben. Diese Ester zeigen eine entsprechende Jahresperiodizität. Andererseits bilden auch Polysaccharide mit N-Verbindungen unaufgeklärte Komplexe.

I. OUDMANN füttert *Drosera capensis* durch die Blätter u. a. mit organischen und anorganischen N-Verbindungen und beobachtet eine leichte Aufnahme. Es kommt dabei nicht zu einer nennenswerten Anreicherung, vielmehr werden die Stoffe schnell weitergeleitet. In abgeschnittenen Blättern läßt sich eine Eiweißsynthese in größerem Ausmaße nicht erzwingen.

Eiweißabbau: In Fortschr. Bot. 5, 225 wurde berichtet, daß SHIBATA und TAZAWA die Aufspaltung von *Diketopiperazinen* mit Hilfe von Trypsin und Papain erreicht haben wollen, was die Möglichkeit von Ringstrukturen im Eiweißmolekül erneut zur Diskussion stellen ließe. E. WALDSCHMIDT-LEITZ und M. GÄRTNER teilen nun mit, daß die japanischen Versuche nicht reproduzierbar sind. Die Untersuchungen an Protaminen haben ergeben, daß die genannten Proteinasen die Auflösung von Peptidbindungen offener Peptidketten bewirken. Vom Trypsin muß angenommen werden, daß sich seine Wirkung auf die Spaltung der Bindungen zwischen je zwei Argininresten im Innern der Kette beschränkt.

Die *oxydative Desaminierung von Aminosäuren*, die den normalen Weg des Abbaus darstellt, kann auch ohne Sauerstoff bei Gegenwart geeigneter Wasserstoffakzeptoren vor sich gehen. So beobachtet

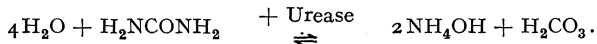
STICKLAND, daß Prolin und Glyzin, AUBEL, daß Nitrat bei anaeroben Bakterien als Akzeptor fungieren können:



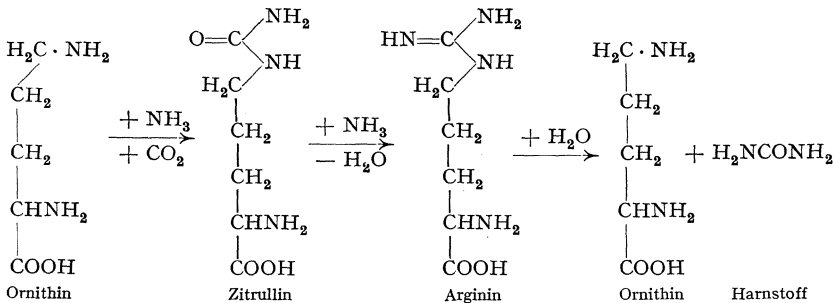
JANKE und TAYENTHAL berichten über den recht wenig studierten *Abbau des Glykokolls*. Sie verwenden *Bac. Mycoides* und *coli*. Auch hier ist ein anaerober Abbau möglich. Intermediär tritt dabei Glyoxylsäure auf. *Bac. coli* vermag auch Amine zu bilden, und zwar in einer gesetzmäßigen Weise bei hohen Ausbeuten; er verwandelt Tyrosin in Tyramin, Histidin in Histamin und Arginin in Putreszin (HIRAI). DAMODARAN und RAMAKRISCHNAN NAIR extrahieren aus Leguminosekeimlingen ein Ferment, das lediglich Glutaminsäure und Alanin dehydriert; dabei vermag es den Wasserstoff auch auf molekularen Sauerstoff zu übertragen.

NH₃-Entgiftung. Auf Grund der Untersuchungen von E. SCHULZE und A. STIEGER hatte sich die Meinung gebildet, daß die Amidsynthese im Zuge der NH₃-Entgiftung in den höheren Pflanzen spezifisch verläuft und entweder zum *Asparagin* oder zum *Glutamin* führe. Die Verfeinerung der Methodik zur analytischen Trennung dieser Stoffe durch VICKERY, PUCHER und CLARK, sowie CHIBNALL und unabhängig davon G. SCHWAB hat jedoch ergeben, daß eine so scharfe Scheidung in biochemische Typen nicht möglich ist. Bei der gleichen Art wird Glutamin neben Asparagin beobachtet; oft herrscht eins von beiden vor, aber im Laufe der Entwicklung schwanken die Verhältnisse. Zum Teil ist das wohl auf das spezifische Vorherrschen bzw. Aktivsein einer der beiden abgestimmten Desamidasen zurückzuführen (vgl. GRASSMANN und MAYR, KREBS), so daß unter den Bedingungen des Amidschwundes das zugehörige Amid schneller verschwindet und das „untypische“ Amid der betreffenden Pflanzenart relativ angehäuft erscheinen kann. SCHWAB geht nun der Amidsynthese aus den zugehörigen Säuren nach unter Verwendung der Vakuumfiltrationsmethode, die ein schönes Beweismittel dafür ist, daß Stoffe zum Reaktionsort der Zelle in einer weit geringeren Zeit gelangen können, als man aus den Permeabilitätsversuchen erwarten dürfte (MOTHES[1]). SCHWAB findet keine zahlenmäßige Übereinstimmung zwischen gebildetem Amid und aufgenommener Säure bzw. NH₃ und äußert Bedenken gegen Schlüsse von SMIRNOW und MOTHES. Jedoch sind seine Versuchsbedingungen in bezug auf die Menge des infiltrierten NH₃ sehr ungünstige, und man gewinnt keinen klaren Überblick über das gleichzeitige Ausmaß anderer Vorgänge im Eiweißstoffwechsel.

Diese Versuche verdienen fortgesetzt zu werden, rühren sie doch an ein zentrales Problem der Physiologie: laufen die synthetischen Reaktionen prinzipiell den gleichen Weg unter Mithilfe des gleichen Fermentes wie die spaltenden? Ein Beweis durch Fermentreaktionen *in vitro* ist immer schwer zu erbringen, da nicht allein die Gleichgewichte, sondern auch die spezifischen Oberflächen und damit zusammenhängende spezifische Energiespender gegeben sein müssen, namentlich sofern es sich wie hier um endotherme Reaktionen handelt. Andererseits ist jedes Gelingen eines Versuches außerhalb des Organismus kein Beweis für den wirklichen Verlauf des Stoffwechsels. In dieser Schwierigkeit befinden wir uns auch bei der Beurteilung der modernen Vorstellungen über die *Harnstoffsynthese*, die nicht allein im Tier, sondern auch in Pilzen eine große Rolle spielt. Verläuft sie mit Hilfe der Urease als eine umgekehrte Spaltung, ist die Urease auch ein harnstoffsynthetisierendes Ferment?



KREBS hat an tierischem Gewebe eine Theorie entwickelt, wonach die Synthese des Harnstoffs über Ornithin laufen soll, das durch stufenweise Anlagerung von NH_3 und CO_2 in Zitrullin und Arginin verwandelt werden soll. Dieses zerfällt dann durch Spaltung in Gegenwart von Arginase in Ornithin und Harnstoff.

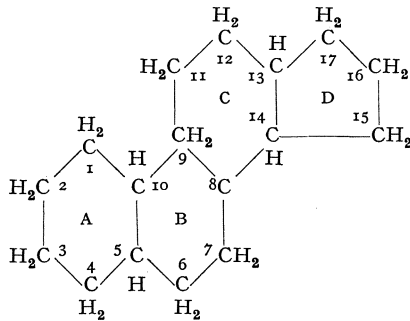


Für diese Theorie spricht, daß harnstoffbildende Gewebe im allgemeinen auch Arginase führen. Ob diese Theorie für den pflanzlichen Stoffwechsel Gültigkeit beanspruchen kann, bleibt dahingestellt. Zunächst liegen in der tierphysiologischen Literatur Einwände gegen die KREBSsche Auffassung vor (E. S. LONDON und A. K. ALEXANDRY). Auch kann Zitrullin auf dem Wege des Abbaus aus Arginin gebildet werden (vgl. K. DIRR und H. SPÄTH). Das Enzymsystem, das die Zitrullin- und Argininsynthese ermöglicht, kann nicht von der lebenden Substanz getrennt werden. PARNAS ist geneigt, dem Ornithin die Rolle eines Co-Enzyms zuzuschreiben. Was nun die höheren Amide Asparagin und Glutamin betrifft, so gelingt die fermentative Bildung der zugehörigen Aminosäuren leicht. Und H. A. KREBS (2) beschreibt auch die Bildung

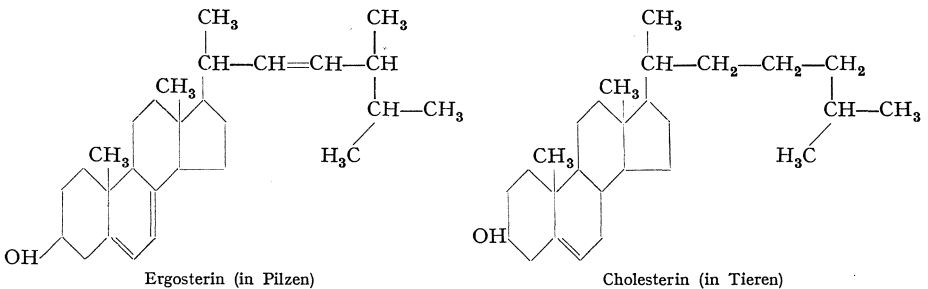
von Glutamin aus Glutaminsäure durch tierische Gewebe, wobei die nötige Energie durch Atmung oder Glykolyse geliefert wird.

F. Verschiedenes.

Sterine (zusammenfassende Berichte. H. LETRÉ und H. INHOFFEN; L. F. FIESER). Die bedeutenden und mehrere Jahrzehnte hindurch laufenden Untersuchungen von A. WINDAUS, H. WIELAND, O. DIELS, O. ROSENHEIM und KING u. a. haben 1932 durch die Konstitutionsaufklärung des *Cholesterins* ein Gebiet der Biochemie erschlossen, das in den letzten Jahren wichtigste physiologische Erkenntnisse vermittelte. Die Sterine sind Derivate des Zyklo-pentano-perhydrophenanthrens und stellen bedeutsame Plasmabausteine dar. Sie scheinen in allen Organismengruppen vorzukommen, wurde doch neuerdings auch von ihrer Auffindung in Bakterien (Tuberkelbazillen, Timotheegrassbazillen, Koli-bazillen; HECHT, SIFFERD-ANDERSON)¹ berichtet. Sie sind chemisch nicht einheitlich, wenn auch nahe verwandt. Die bekanntesten Sterine sind das Cholesterin aus tierischen Zellen, das Ergosterin aus Pilzen, das Stigmatosterin aus Sojabohnen. Ihre Rolle im Plasma wird mehr vermutet, als sie erwiesen ist.



Zyklo-pentano-perhydrophenanthren

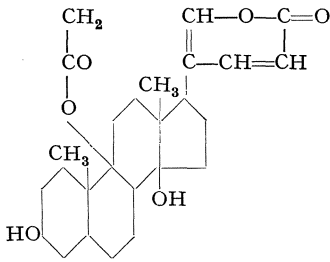


Ergosterin (in Pilzen)

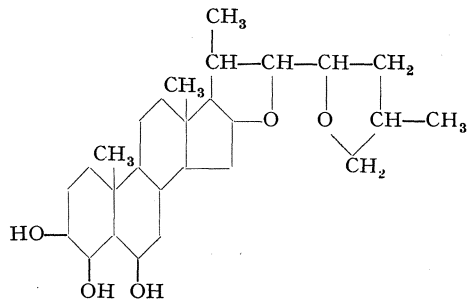
Cholesterin (in Tieren)

¹ Diese für eine Phylogenie des Stoffes sehr wichtige Feststellung besagt erneut, daß die Bakterien als „einfachste“ Organismen chemisch bereits weitgehend „fertig“ sind.

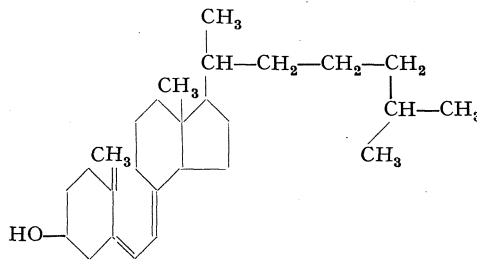
Die Sterine gewinnen eine weitere Bedeutung durch die spezifische und starke physiologische Wirkung ihrer oxydativen Abbauprodukte. Obwohl deren Erforschung erst angegriffen werden konnte, wissen wir heute, daß die digitaloiden Herzgifte, gewisse („neutrale“) Saponine¹ ebenso wie das Krötengift Bufotalin, die Sexualhormone der höheren Tiere, die Gallensäuren und das Vitamin D hierher gehören.



Bufotalin (herzwirksames Krötengift)



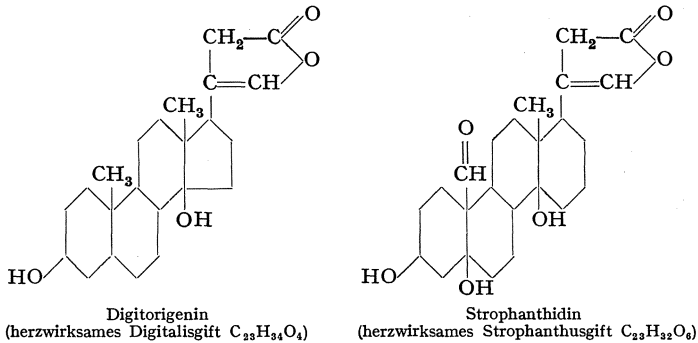
Digitogenin (neutrales Saponin)

Vitamin D₃

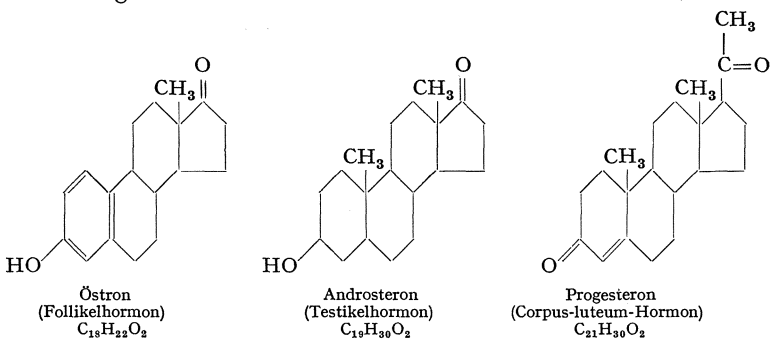
Die *digitaloiden Herzgifte* folgender Gattungen sind nahe verwandt oder zum Teil sogar identisch: *Antiaris*, *Digitalis*, *Strophanthus*, *Callotropis*, *Thevetia*, *Apocynum*, *Nerium*, *Periploca*, *Gomphocarpus*, *Urginea*, *Convallaria* usw. Es sind also an der Bildung digitaloider Herzgifte mindestens folgende Familien beteiligt: *Moraceen*, *Scrophulariaceen*, *Apocynaceen*, *Asclepiadaceen*, *Liliaceen* (vgl. WEESE, TSCHESCHE). Alle haben gemeinsam, daß sie komplizierte Glykoside mit meist mehreren zum Teil sehr labil gebundenen Zuckermolekülen sind (vgl. STOLL und KREIS), daß sie im Wasser selbst nicht oder schlecht löslich sind, jedoch durch „Ballaststoffe“ der betreffenden Pflanzen in Lösung gehalten werden (Saponine, Gerbstoffe u. ä.), worin die Überlegenheit des Pflanzenauszuges gegenüber dem chemisch reinen Glykosid bei therapeutischer Verwendung begründet ist, und endlich, daß bei den Aglukonen die an den Sterinen vorhandene Seitenkette zum Laktoring geschlossen ist

¹ Über die Saponine der Sapotalinreihe vgl. JACOBS, KITASATO, RUZICKA, WEDEKIND.

und eine Doppelbindung aufweist (vgl. O. MORITZ S. 288); beim Szillaren scheint dieser Laktoneingriff kohlenstoffreicher und ungesättigter zu sein.



Es ist auffällig, daß in jeder Pflanze gleichzeitig mehrere dieser Glykoside vorkommen, und ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den *Sexualhormonen* der höheren Tiere und des Menschen, über die in den letzten Jahren botanisch so viel gearbeitet worden ist, daß ihrer kurz Erwähnung geschehen soll. In ihre Erforschung teilen sich mehrere Arbeitskreise, unter denen die Namen BUTENANDT, COOK, ALLEN, DOISY, DODDS, MARRIAN, RUZICKA besonderer Erwähnung bedürfen. Nach deren Veröffentlichungen (zusammenfassende Literatur unter BUTENANDT, RUZICKA, WESTPHAL, DODDS) haben wir drei Gruppen von Sexualhormonen verschiedenen Prägungstyps zu unterscheiden: die Gruppe des Östrons, vor allem im Ovarium als Follikelhormone aufzufinden; die Gruppe des Androsterons (Testikelhormone) und das Corpus-luteum-Hormon Progesteron.



Für die allgemeine Physiologie bedeutsam sind folgende Tatsachen: Alle diese Sexualhormone sind aufs engste verwandt, lassen sich theoretisch und zum Teil bereits experimentell von den Sterinen ableiten und lassen sich zum Teil ineinander überführen. Es ist wahrscheinlich, daß dies auch der Organismus kann. So erklärt sich wohl, daß Hormone

vom männlichen Prägungstyp in infantilen weiblichen Ratten die Reaktionen des Follikelhormons auslösen. Es sind neuerdings ein männlicher und ein weiblicher Wirkstoff bekannt geworden, die sich nur durch die Lage der Doppelbindung unterscheiden. Bei solchen leichten Übergängen müßte erwartet werden, daß es Körper gibt, die bisexuelle Prägungseigenschaften aufweisen. In der Tat wurden solche gefunden (vgl. TSCHERNING, TSCHOPP).

Daß eine ganze Reihe von Körpern derselben physiologischen Funktion genügen können, hat seine Ursache darin, daß nur ein bestimmter Teil der Moleküle, der eine konstante Konfiguration aufweist, oder ein einheitlicher Abbaukörper die Wirkung bedingen. Es sind somit auch noch einfachere Körper ähnlicher Prägungseigenschaft denkbar. In der Tat konnten solche hergestellt werden (COOK). Hierdurch sind wichtige Wege zur Klärung des Zusammenhangs von Atomgruppierung und Wirkung gewiesen.

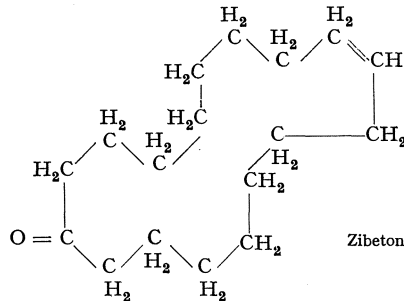
Es kann wohl kein Zweifel bestehen, daß alle hier genannten Sterinderivate in der Tat durch Abbau entstehen, daß sie nicht Produkte einer unvollkommenen Synthese, sondern eines dissimilatorischen Prozesses sind. Im Abbau entstehende Körper können selbst dann gleich sein, wenn ihre Muttersubstanzen nur ähnlich sind. Die Erscheinung der Konvergenz der Stoffe ist auch bei kompliziertesten Gebilden zu erwarten, wenn diese aus allgemeiner verbreiteten (z. B. Plasma-) Körpern durch einfachen Abbau gebildet werden, während relativ einfache Stoffe, die im Zuge von sekundären Synthesen entstehen, seltener konvergentes Erscheinen aufweisen (z. B. viele Alkaloide). Es war also nicht ausgeschlossen, daß auch in Pflanzen gelegentlich Stoffe gefunden werden, die im Tierversuch sich wie Sexualhormone verhalten. So fanden auch A. BUTENANDT und H. JAKOBI im Palmsamen, Hafer, Erbsen „Follikelhormone“. Geschlechtshormone brauchen aber in der Pflanze nicht die gleiche Funktion zu haben; sie können überhaupt jeder Funktion entbehren. Alle bisherigen Versuche, mit tierischen Sexualhormonen die Sexualität bzw. die Blütätigkeit der höheren Pflanze entscheidend zu beeinflussen, sind gescheitert oder zweideutig ausgefallen (vgl. I. STÖRMER, HARDER und I. STÖRMER, KÖGL und HAAGEN-SMIT).

Des öfteren wurden aber einfache *Wachstumsstimulationen* beobachtet. Das ist um so interessanter, als den Sexualhormonen sehr nahe stehende Körper (1, 2, 5, 6-Dibenzanthrazen, Methylcholanthren) die Ursache von Krebsgeschwulstbildungen sein können (KENNAWAY und HILGER). Somit werden Vorgänge einer harmonisch gerichteten Entwicklung und eines ungeordneten Wachstums durch nahe verwandte Stoffe ausgelöst oder stimuliert (vgl. BUTENANDT).

Die Erforschung des *Vitamin D* hatte 1931 zu dem Erfolg geführt, daß durch Ultraviolettbestrahlung aus (pflanzlichem) Ergosterin ein

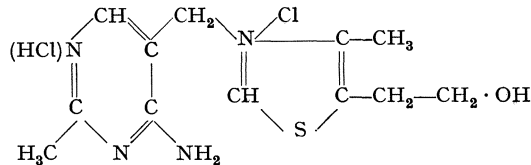
Körper (Vitamin D₂) entsteht, der antirachitisch 250 000 mal so wirksam ist wie Lebertran. Es ergab sich die Frage, ob dieses Produkt mit dem natürlichen Vitamin identisch sei. Dagegen sprach vor allem eine schwächere Wirksamkeit des pflanzlichen Derivates D₂ im Hühnerorganismus. Nunmehr gelang es H. BROCKMANN und H. WINDAUS, zunächst aus 7-Dehydrocholesterin ein höchst wirksames Produkt durch Bestrahlung zu erhalten, Vitamin D₃, das neuerdings auch aus Thunfischlebertran isoliert werden konnte. Damit erscheint auch dieses Problem weitgehend geklärt. D₃ und D₂ unterscheiden sich also so wie Ergosterin und Cholesterin; jenes hat eine Methylgruppe bei C₂₄ und eine Doppelbindung zwischen C₂₂ und C₂₃. Das wesentlichste Merkmal dieser Vitamine gegenüber den Sterinen ist die Öffnung des Ringes B.

Was nun die Bildung der Sterine im Organismus betrifft, so äußert WINDAUS (zitiert nach LETTRÉ) die Vermutung, daß Ölsäure durch ω -Oxydation in Zibeton und weiter in den Steringrundkörper übergeht.



Leider wissen wir noch immer nicht über den Mechanismus der so häufigen Methylierungen genau Bescheid.

Vitamin B₁: Die Arbeiten über das Vitamin B₁ (Aneurin, beriberiheilendes Vitamin) aus den Laboratorien von WINDAUS und WILLIAMS haben nunmehr durch die Untersuchungen von GREWE ihre Krönung erfahren. Danach ist die Formel dieses Vitamins (als Hydrochlorid)

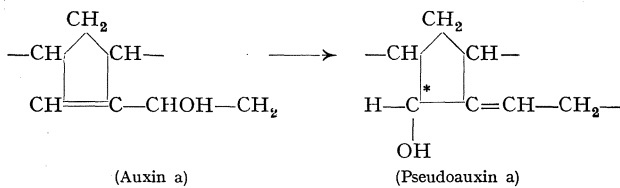


die durch Synthese durch ANDERSAG und WESTPHAL erhärtet werden konnte. Das Vitamin ist in der Hefe zu 0,009% enthalten.

Karotinoide. Unter den zahlreichen Neufunden von Karotinoiden interessiert das *Hämatochrom* von *Trentepohlia*, das nach I. TISCHER im wesentlichen ein Gemisch von α - und β -Karotin ist nebst geringen Anteilen von Lutein und Zeaxanthin. Der von der Alge abgegebene Duftstoff Ionon (Veilchenstein!) entsteht durch Aufspaltung des

Karotins. Bereits WILLSTAETTER und ESCHER haben die autoxydative Umwandlung von Karotin in dem Ionon verwandte Körper beschrieben. P. KARRER und U. SOLMSSEN fanden in *Rhodovibrio* bisher 5 Karotinoide, wovon Rhodopurpurin wahrscheinlich mit Lykopen identisch ist. Das Rhodoviolaszin enthält 2 Methoxygruppen, was zum ersten Male bei einem Pigment der Karotinoidgruppe nachgewiesen worden ist. Auch bei *Thiocystis* zeigten sich die Karotinoide stark gemischt. Der von GAFFRON Bakteriopurpurin genannte Farbstoff hat sich indessen auch als Karotinoid herausgestellt.

Auxine. Selbst bei Aufbewahrung im Hochvakuum und im Dunkeln verlieren die Auxine schnell ihre physiologische Aktivität. Nach KÖGL, KONINGSBERGER und ERXLEBEN sind die entstehenden Körper Isomere des Auxins und werden Pseudoauxine genannt. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Verlagerung einer Doppelbindung (vgl. Fortschr. Bot. 5, 230),



wobei durch das asymmetrische C-Atom (*) wiederum 2 Isomere denkbar sind. Ein künstlich erhaltenes Derivat, Auxin-a-lakton, wird bemerkenswerterweise bereits durch Bestrahlung inaktiv. Es wird vermutet, daß diese Erscheinung Bedeutung für die Lichtwachstumsreaktion hat.

Biotin (vgl. Fortschr. Bot. 5, 231). R. I. WILLIAMS und E. ROHRMANN berichten, daß β -Alanin einen Wachstumseffekt bewirkt. Nach KÖGL ist das Biotin um das Zweimillionenfache überlegen. Bei all diesen Messungen besteht immer die große Schwierigkeit in dem verschiedenen Ansprechen der als Test benützten Heferasen. Auf jeden Fall müßte mit demselben Klon gearbeitet werden. Um Biotin zu gewinnen, benützt man Eigelb. Aus 25 000 kg lassen sich 100 mg Biotin gewinnen. In pflanzlichen Organen (Roggenpollen) ist der Wachstumsstoff in ähnlicher Konzentration vorhanden (KÖGL und HAAGEN-SMIT). Beim Reiskorn befindet sich der größte Teil in der Kleie bzw. in dem Abfall der Politur. In Ernährungsversuchen (KÖGL und v. HASSELT) mit sterilen, im Dunkeln gehaltenen, mit Saccharose und anorganischen Salzen ernährten Keimlingen von *Pisum sativum* wirkten Biotin und Aneurin (Vitamin B₁), am besten die Kombination beider, wachstumsfördernd. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß den Embryonen ungenügende Mengen dieser Stoffe mitgegeben sind und daß ihre Bildung nicht schnell genug in Gang kommt, wobei natürlich die Lichtpflanze sich anders verhalten könnte. In den Erbsenembryonen sind die Kotyledonen ein besonderes

Depot für Biotin. Ascorbinsäure (Vitamin C) wirkt übrigens nicht auf das Wachstum der jungen Erbsenpflanzen, während A. VIRTANEN bei älteren Pflanzen zu anderem Ergebnis kam.

Literatur.

Allgemeine Literatur.

- Annal Review Biochemistry 5 (1936).
 Erg. Enzymforsch. 6 (1936).
 MITTASCH, A.: (1) Über katalytische Verursachung im biologischen Geschehen Berlin 1935. — (2) Über Katalyse und Katalysatoren in Chemie und Biologie. Berlin 1936.
 OPPENHEIMER, C.: Die Fermente, Suppl. 1936.

Besondere Literatur.

- ADLER, E., u. M. MICHAELIS: Hoppe-Seylers Z. 238, 261 (1936). — ALGERA, L.: Proc. Acad. Wetensch. Amsterdam 39, Nr 7, 8, 9 (1936). — ANDERSON, C., u. H. RAISTRICK: Biochemic. J. 30, 16 (1936). — ARNOLD, W., u. H. KOHN: J. gen. Physiol. 18, 109 (1934). — AUBEL, E., u. F. EGAMI: C. r. Soc. Biol. Paris 119, 1243 (1935).
 BARKER, H. A.: Arch. Mikrobiol. 7, 404, 421 (1936). — BARKER, A.: J. cellul. a. comp. Physiol. 7, 73 (1935); 8, 231 (1936). — BARKER, I.: Proc. roy. Soc. Lond. B 119, 453 (1936). — BARNELL, H. R.: New Phytologist 36, 229 (1936). — BARRON: J. of biol. Chem. 97, 691 (1932); 100, 155 (1933). — BENNET-CLARK, T. A., u. V. M. WOODRUFF: New Phytologist 34, 77 (1935). — BENNET-CLARK, T. A., u. C. I. LA TOUCHE: Ebenda 34, 211 (1935). — BIRD, G., u. P. HAAS: Biochemic. J. 25, 403 (1931). — BOND, G.: Ann. of Bot. 50, 559 (1936). — BUTENANDT, A.: Naturwiss. 24, 529, 545 (1936). — BUTENANDT, A., u. H. JAKOBI: Hoppe-Seylers Z. 218, 104 (1933). — BUTLER, M. R.: Biochemic. J. 28, 759 (1934); 29, 1025 (1935); 30, 1338 (1936).
 CARRUTHERS, A., u. E. COOPER: Biochemic. J. 30, 1001 (1936). — CHIBNALL, A., u. R. WESTALL: Ebenda 26, 122 (1932). — CHRZASZCZ, T., u. I. JANICKI: Biochem. Z. 285, 47 (1936); 286, 13 (1936); Biochemic. J. 30, 342 (1936). — COLIN, H., u. P. RICARD: C. r. Paris 190, 1514 (1930). — COOK, I. W.: Proc. roy. Soc. Lond. B 114, 272, 286 (1934); Ber. dtsch. chem. Ges. 69, 38 (1936). — COOPER, E., u. I. PRESTON: Biochemic. J. 29, 2267 (1935).
 DAMODARAN, M., u. K. RAMAKRISHNAN NAIR: Curt. Sc. 5, 134 (1936). — DIRR, K., u. H. SPÄTH: Hoppe-Seylers Z. 237, 121 (1935). — DODDS, E. C.: Erg. Physiol. 37, 264 (1935).
 EMERSON, R.: Erg. Enzymforsch. 5, 303 (1936). — EMERSON, R., u. W. ARNOLD: J. gen. Physiol. 16, 191 (1932). — ERB, O., H. G. WOOD u. C. H. WERKMANN: J. Bacter. 31, 595 (1936). — EULER, H. VON: Erg. Physiol. 38, 1 (1936). — EULER, H. VON, u. E. ADLER: (1) Ark. f. Kemi 12B, Nr 12 (1935). — (2) Hoppe-Seylers Z. 238, 233 (1936). — (3) Ebenda 241, 239 (1936). — (4) Ebenda 242, 215 (1936). — (5) Ebenda 242, 225 (1936). — EULER, H. VON, H. ALBERS u. F. SCHLENK: (1) Ebenda 237, 1 (1935); 240, 113 (1936). — (2) Biochem. Z. 286, 139 (1936). — EULER, H. VON, u. Mitarbeiter: (1) Hoppe-Seylers Z. 245, 217 (1937). — (2) Ebenda 246, 64 (1937). — (3) Ebenda 246, 83 (1937).
 FIESER, L. F.: The Chemistry of Natural Products related to Phenanthrene. New York 1936. — FISCHER, H.: Z. Bot. 30, 449 (1936). — FREY-WISSLING, A.: Protoplasma (Berl.) 25, 261 (1936).
 GAFFRON, H.: (1) Biochem. Z. 275, 304 (1935). — (2) Ebenda 279, 25 (1935). — (3) Ebenda 287, 130 (1936). — GAFFRON, H., u. K. WOHL: Naturwiss. 24, 81,

103 (1936). — GEITLER, L.: *Planta* (Berl.) **26**, 463 (1937). — GIESBERGER, G.: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Spirillum* Ehb. Dissert., Delft 1936. — GIRTSCHANOFF, K.: *Zbl. Bakter.* II **92**, 349 (1935). — GREGORY, F. G., u. E. BAPTISTE: *Ann. of Bot.* **50**, 579 (1936). — GREWE, R.: *Naturwiss.* **24**, 657 (1936); *Hoppe-Seylers Z.* **242**, 89 (1936). — GRONER, M.: *Amer. J. Bot.* **23**, 381, 453 (1936). — GUSTAFSON, F. G.: *Ebenda* **23**, 441 (1936). — GUTHRIE, I.: *Contrib. Boyce Thompson Inst.* **8**, 283, 295 (1936).

HAAS, P., u. TH. HILL: *Ann. of Bot.* **47**, 59 (1933); *Biochem. J.* **22**, 1005 (1929); **25**, 1470 (1931); **26**, 987 (1932). — HARDER, R., C. DÖRING u. W. SIMONIS: *Ges. Wiss. Göttingen Biol.* **2**, 129 (1936). — HARDER, R., u. I. STÖRMER: *Jb. Bot.* **81**, 383 (1935); *Biochem. Z.* **280**, 126 (1935). — HARITANTIS, B. I.: *Z. Pflanzenernährg A* **34**, 257 (1934). — HASSID, W. Z.: *Plant Physiol.* **11**, 461 (1936). — HECHT, E.: *Hoppe-Seylers Z.* **231**, 29, 279 (1935). — HEITZ, E.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* **54**, 362 (1936); *Planta* (Berl.) **26**, 134 (1936). — HERK, A. W. H. VAN: *Rec. Trav. bot. néerl.* **34**, 69 (1937). — HESS, K.: *Angew. Chem.* **49**, 841 (1936). — HESS, K., C. TROGUS u. W. VERGIN: *Planta* (Berl.) **25**, 419 (1936). — HILPERT, R. S., D. BECKER u. V. ROSSÉE: *Biochem. Z.* **289**, 179 (1936). — HIRAI, K.: *Ebenda* **283**, 390 (1935).

JACOBS, W. A.: *J. of biol. Chem.* **88**, 545 (1930); **110**, 429 (1935). — JANKE, A., u. W. TAYENTHAL: *Biochem. Z.* **289**, 76 (1936).

KAR, B. K.: *Planta* (Berl.) **26**, 420 (1937). — KARRER, P.: *Helvet. chim. Acta* **19**, E 31 (1936). — KARRER, P., u. U. SOLMSSSEN: *Ebenda* **19**, 3, 1019 (1936). — KARRER, P., u. O. WARBURG: *Biochem. Z.* **285**, 297 (1936). — KAUTSKY, H.: *Ebenda* **284**, 412 (1936). — KENNAWAY u. HIEGER: *Brit. med. J.* **1930**, 1044. — KITASATO, Z.: *Acta phytochim. (Tokyo)* **9**, 61 (1936). — KNOOP, F., u. C. MARTIUS: *Hoppe-Seylers Z.* **242**, I (1936). — KÖGL, F., u. A. I. HAAGEN-SMIT: *Ebenda* **243**, 209 (1936). — KÖGL, F., u. W. VON HASSELT: *Ebenda* **243**, 189 (1936). — KÖGL, F., C. KONINGSBERGER u. H. ERKLEBEN: *Ebenda* **244**, 266 (1936). — KOHN, G.: *Nature (Lond.)* **1936**, 706. — KREBS, H. A.: (1) *Erg. Enzymforsch.* **3**, 247 (1934). — (2) *Biochemic. J.* **29**, 1951 (1935). — KUEN, F. D., u. K. PÜRINGER: *Biochem. Z.* **286**, 196 (1936). — KURSSANOW, A. L.: *Biochemica (Rußl.)* **1**, 293, 423 (1936). — KYLIN, H.: *Hoppe-Seylers Z.* **101**, 236 (1918).

LETTRÉ, H., u. H. H. JNHOFFEN: *Über Sterine, Gallensäuren und verwandte Naturstoffe, Herzgifte, Hormone, Saponine und Vitamin D.* Stuttgart 1936. — LOHMANN, K.: *Angew. Chem.* **49**, 237 (1936). — LOHMANN, K., u. PH. SCHUSTER: *Naturwiss.* **25**, 26 (1937). — LONDON, E. S., u. A. K. ALEXANDRY: *Hoppe-Seylers Z.* **227**, 233 (1934); **246**, 106 (1937).

McKEE, H. S.: *New Phytologist* **36**, 33 (1937). — MEVIUS, W., u. I. DIKUSSAR: *Jb. Bot.* **73**, 633 (1930). — MEYER, H.: *Biochem. Z.* **283**, 364 (1935). — MEYERHOF, O., K. LOHMANN u. PH. SCHUSTER: *Ebenda* **286**, 301 (1936); **286**, 319 (1936). — MEYERHOF, O., u. W. SCHULZ: *Ebenda* **289**, 87 (1936). — MILLER, L., I. GUTHRIE u. F. DENNY: *Contrib. Boyce Thompson Inst.* **8**, 41, 121 (1936). — MONTFORT, C.: *Jb. Bot.* **83**, 725 (1936); **84**, I (1936). — MORITZ, O.: *Allgemeine Pharmakognosie.* Jena 1936. — MOTHES, K.: (1) *Planta* (Berl.) **19**, 117 (1933). — (2) *Ber. dtsh. bot. Ges.* **52**, 10 (1934). — MOTHES, K., u. J. PIETZ: *Naturwiss.* **1937**. — MYRBÄCK, K.: *Erg. Enzymforsch.* **2**, 139 (1933). — MYRBÄCK, K., u. S. MYRBÄCK: *Biochem. Z.* **285**, 282 (1936).

NEAL, O. R., u. R. H. WALKER: *J. Bacter.* **32**, 183 (1936). — NEGELEIN, ERW., u. V. GERISCHER: *Biochem. Z.* **284**, 289 (1936); **287**, 329 (1936). — NIEL, C. B. VAN: (1) *Arch. Mikrobiol.* **3**, I (1931). — (2) *Ebenda* **7**, 323 (1936). — NIELSEN, N.: *C. r. Labor. Carlsberg* **21**, 395 (1936). — NORMANN, A. G.: *Biochemic. J.* **30**, 2054 (1936).

OHLMEYER, P.: *Biochem. Z.* **287**, 212 (1936). — OHTSUKI, T.: *Jap. J. of Bot.* **8**, 269 (1936). — ORCUTT, F. S., A. M. SHANNON u. P. W. WILSON: *J. Bacter.*

27, 55, 79 (1934). — OUDMANN, I.: Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam 38, Nr 6 (1935); Rec. Trav. bot. néerl. 33, 351 (1936).

PARNAS, I.: nach Ann. Rev. of Biochemistry 5, 262 (1936). — PEARSELL u. BILLIMORIA (1936): zitiert nach MCKEE (1936). — PRINGSHEIM, E. G.: Jb. Bot. 81, 579 (1935).

RUHLAND, W., u. H. ULLRICH: Ber. sächs. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. 88, 11 (1936). — RUHLAND, W., u. K. WETZEL: Planta (Berl.) 3, 765 (1927); 7, 503 (1929). — RUZICKA, L.: Helvet. chim. Acta 15, 431 (1932); 19, E 89 (1936).

SAMEC, M., E. WALDSCHMIDT-LEITZ u. K. MAYER: Hoppe-Seylers Z. 241, 165 (1936). — SCHWAB, G.: Planta (Berl.) 24, 160 (1935); 25, 579 (1936). — SEVAG, M. G., u. N. NEUENSCHWANDER-LENNER: Biochem. Z. 286, 7 (1936). — SEYBOLD, A.: Jb. Bot. 82, 741 (1936). — SEYBOLD, A., u. K. EGLE: Planta (Berl.) 26, 491 (1937). — SHIBATA, K., u. J. SHIBATA: Katalytische Wirkungen der Metallkomplexverbindungen. Tokyo 1936. — SIFFERD, R. H., u. R. I. ANDERSON: Hoppe-Seylers Z. 239, 270 (1936). — SINGH, B. N., u. P. B. MATHUR: Current. Sci. 5, 76 (1936). — SMITH, E.: Proc. nat. Acad. Sci. USA. 22, 504 (1936). — SMYTH, E. M., u. P. W. WILSON: Biochem. Z. 282, 1 (1935). — SONDERHOFF, R., u. M. DEFFNER: Liebigs Ann. 525, 132 (1936). — STALFELT, M. G.: Sv. bot. Tidskr. 30, 343 (1936). — STEPHENSON u. STICKLAND: Biochem. J. 27, 1528 (1933). — STICKLAND, L. H.: Ebenda 28, 1746 (1934); 29, 288, 889 (1935). — STÖRMER, I.: Biochem. Z. 285, 29 (1936). — STOLL u. KREIS: Helvet. chim. Acta 1933.

THEORELL, H.: Naturwiss. 22, 290 (1934); Erg. Enzymforsch. 6, 111 (1936). — THUNBERG, T.: Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.) 74, 1, 16 (1936). — TISCHER, JOS.: Hoppe-Seylers Z. 243, 103 (1936). — TOMIYASU, Y.: Biochem. Z. 289, 97 (1936). — TSCHERNING, K.: Z. angew. Chem. 49, 11 (1936). — TSCHECHE, R.: Erg. Physiol. 38, 31 (1936). — TSCHOPP, E.: Arch. Pharm. et Ther. 1936, 383.

VESTIN, R.: Hoppe-Seylers Z. 240, 99 (1936). — VETTER, H.: Erg. Physiol. 38, 855 (1936). — VICKERY, H., G. PUCHER, H. CLARK, A. CHIBNALL u. R. WESTALL: Science (N. Y.) 80, 459 (1934); Biochem. J. 29, 2710 (1935); J. of biol. Chem. 113, 157 (1936); Plant Physiol. 11, 413 (1936). — VIRTANEN, A. I., u. Mitarbeiter: Nature (Lond.) 135, 184 (1935); 136, 756 (1935); Biochem. Z. 243, 106 (1933); 258, 106 (1933); Biochem. J. 28, 796 (1934). — VISSER t'HOOF, F.: Biochemische Onderzoekingen over het Geslacht Acetobacter. Dissert., Delft 1925. — VITA, N.: Erg. Enzymforsch. 6, 209 (1936).

WALDSCHMIDT-LEITZ, E., u. M. GÄRTNER: Hoppe-Seylers Z. 244, 221 (1936). — WARBURG, O., u. W. CHRISTIAN: (1) Biochem. Z. 287, 291 (1936); Helvet. chim. Acta 19, E 79 (1936). — (2) Biochem. Z. 282, 157 (1935); 285, 156 (1936). — (3) Ebenda 286, 142 (1936). — (4) Ebenda 286, 81 (1936). — (5) Ebenda 287, 440 (1936). — WARDLAW, C. W., u. E. R. LEONHARD: Ann. of Bot. 50, 621, 655 (1936). — WEDEKIND, E.: Liebigs Ann. 517, 211 (1935). — WEESE, H.: Digitalis. Leipzig 1936. — WEISS, J.: J. gen. Physiol. 20, 501 (1936); Nature (Lond.) 1936, 997. — WERGIN, W.: Angew. Chem. 49, 843 (1936). — WESTPHAL, U.: Handbuch der Biochemie, 2. Aufl., Erg.-Werk 3, 769. 1936. — WIELAND, H., u. M. CRAWFORD u. H. WALCH: Liebigs Ann. 525, 119 (1936). — WIELAND, H., u. H. J. PISTOR: Ebenda 522, 116 (1936). — WILLIAMS, R. I., u. E. ROHRMANN: J. amer. chem. Soc. 58, 695 (1936). — WILLSTÄTTER, R., u. H. ESCHER: Hoppe-Seylers Z. 76, 714 (1912). — WOHL, K.: Z. physik. Chem. 31, 152 (1935). — WOLF, I.: Planta (Berl.) 26, 516 (1937). — WOODS, D.: Biochem. J. 30, 515 (1936).

12. Mikrobiologie des Bodens¹.

Von AUGUST RIPPEL, Göttingen.

Verteilung im Boden. Die Bodenplattenmethode nach ROSSI-CHOLODNY, die mit Erfolg auch auf die Untersuchung von Wasser und Schlamm angewendet wurde (HOTCHKISS und WAKSMAN, KARSINKIN, SALIMOVSKAIA-RODINA) hat HULPOI zum direkten Nachweis der Mikroorganismen der „Rhizosphäre“ benutzt, indem er die Wurzeln über die eingegrabenen Objektträger wachsen ließ. Teils zeigten sich starke Bakterienansammlungen an den Wurzelhaaren und in deren unmittelbarer Nähe, teils förmliche Bakterienmäntel um die Wurzelhaare.

Daß in der „Rhizosphäre“ Bakterien angehäuft sind, wurde verschiedentlich beobachtet und neuerdings bestätigt (ISAKOWA, KRASSILNIKOW und Mitarbeiter, TRUFFAUT und LEFOVIN) und auf Wurzelausscheidungen zurückgeführt. Nach ROSSI fehlen an den Wurzeln die Ruhestadien (s. unten). Auch wurde (SCHELOUMOWA und PROTOD' JAKOWA, SSAWOSTIN) Erfolg im Pflanzenwachstum bei Impfung mit *Azotobacter* behauptet; ferner soll Reis nach SAHASRABUDDHE im Boden N binden, aber nicht in steriler Kultur. Nach FLANCÓWNA wirkt wäßriger Extrakt von Koleoptilen und Wurzeln des Mais anregend auf die N-Bindung von *Azotobacter*. Leider handelt es sich durchweg um kaum zugängliche bzw. für uns unlesbare Literatur. Jedenfalls aber wird das Problem der „Rhizosphäre“ stärkere Beachtung erfahren, aber mit exakterer Methodik angefaßt werden müssen.

ROSSI stellte fest, daß im Boden 2 Formen von Bakterienkolonien vorkommen: 1) ausgebreitet (en voile), wenn organische Massen vorhanden sind, 2) verdichtet (glomerulaire); diese, die für alten Ackerboden charakteristisch sind, sind Ruhestadien und können vielleicht als eine Art von Zysten betrachtet werden. Das würde mit den Beobachtungen von BOLTJES an *Nitrosomonas* (Fortschr. Bot. 5, 239) übereinstimmen.

KORNEJEWА zeigte, daß die Bakterienmenge im Boden mit Verminderung der Größe der Strukturaggregate steigt (3 mm : $37,5 \cdot 10^6$; 5,0—8 mm : $16,3 \cdot 10^6$ Bakterien; *Azotobakter* fand sich aber mehr in Böden mit größeren Aggregaten, Pilze waren unabhängig davon). Adsorption der Mikroorganismen durch die Bodenbestandteile ist nach NOVOGRUDSKY bei den einzelnen Arten verschieden, hängt aber auch stark vom p_H -Wert ab. Nach RUBENTSCHIK und Mitarbeitern wird durch Adsorption bei einigen die Lebenstätigkeit erhöht, bei anderen vermindert. Es wäre möglich, daß die genauere Untersuchung derartiger Vor-

¹ Zur Systematik der Bakterien s. KLUYVER und VAN NIEL. Zusammenfassung der Methoden der Bodenmikrobiologie s. DEMETER.

gänge zur Kenntnis von Erscheinungen führen könnte, die in Richtung agglutinationsähnlicher Vorgänge liegen. Eine weitere Folge ähnlicher Erscheinungen ist, daß sich in der Bodenlösung sehr viel weniger Mikroorganismen finden als unmittelbar an den Bodenteilchen ($1/100$ bis $1/1000$), wie NOVOGRUDSKY mit verschiedenen Methoden zeigte; nur bei Düngung, etwa mit Pepton, stieg die Zahl in der Bodenlösung. Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor wie bei den Phasen Wasser — Schlamm in Gewässern (ZO BELL und ANDERSON, PORTIER für das Meer, vgl. ferner BAIER für Süßwasserseen).

CHOLODNY (1) beschreibt eine neue Methode der „Bodenstaubkulturen“, vermittels deren unter dem Deckglas die Entwicklung von Mikroorganismen aus feinem Bodestaub unmittelbar beobachtet werden kann.

Besondere Standorte. Die Zahl der Thermophilen geht nach MISCHUSTIN (1) einem guten Kulturzustand des Bodens parallel (Tiefe 0—15 cm):

Unbearbeitete Böden	bis 1000	in 1 g
Böden in schlechtem Kulturzustand	1000—50000	
„ „ mittelgutem Kulturzustand	50000—150000	
„ „ gutem Kulturzustand	100000—350000	

Vom Schneefeld des Schneebergs in Nieder-Österreich isolierte VON SZILVINYI die rot gefärbte *Ps. nivalis* mit Temperaturoptimum 0—11°C; bei höheren Temperaturen ist das Wachstum geschwächt, und die Farbstoffbildung wird eingestellt. PHILIPPOV fand im Schnee des Kaukasus 55 Algen, 47 Pilze, 14 Bakterien + Aktinomyzeten; aus rotem Schnee isolierte er 20 Hefen. Arktische Böden können sehr reich an Bakterien sein: In Tundraböden von Nowaja Zemlja fand KASANSKIY 309—896 Millionen Bakterien je 1 g. *Azotobacter* fehlte; sonst waren alle physiologischen Gruppen vertreten. In Roterden fand SCHWEZOWA nur 200—1200 Bakterien je 1 g.

RUBENTSCHIK stellte in Schlammvulkanen Transkaukasiens auf Platten 3300 bis 152000, bei direkter Zählung 60—300 Millionen Mikroorganismen je 1 g fest. Als autochthone Flora betrachtet er anaerobe und fakultativ anaerobe Methan, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, elementaren Stickstoff bildende Bakterien mit bemerkenswerter Resistenz Bor gegenüber. SCHNEGG und WEIGAND fanden in käuflicher 3proz. Borsäure rote *Torula*-Arten, schwarze Hefen und *Dematium*; keine anderen Mikroorganismengruppen waren derart widerstandsfähig. Auch nach BLAIR wirkt Borsäure stark selektiv bei Bakterien.

RUBENTSCHIK und CHAIT stellten bei schwarzem Limanschlamm, der 33 Jahre völlig anaerob unter CO₂ oder H₂ aufbewahrt war, fest, daß keine Nitratbildner, Thiosulfatbildner und Schwefelbakterien vorhanden waren, aber je 1 g 1000 H₂S-Bildner, 10000-NH₃-Bildner, 100—1000 denitrifizierende, 1—10 anaerobe N-Binder, 1000—10000 Desulfurikanten, 0,1 anaerobe und 10—100 aerobe Zellulosezer-setzer.

KILLIAN und FEHÉR berichten, daß in Wüstenböden der Sahara ein normales Mikroorganismenleben vorhanden ist mit allen bekannten physiologischen Gruppen; die Zahl ist natürlich jahreszeitlich stark vom Wassergehalt abhängig und sinkt bei unter 1 % Wassergehalt auf 4000—30000 je 1 g Boden, steigt bei über 5 % Wassergehalt auf über 1 Million. Aber auch in den trockensten Böden wird CO₂ gebildet, was das aktive Leben beweist.

Besondere Formen und Züchtungsmethoden (Verfahren der Kaltsterilisation s. SCHWEIZER). Sporen von Erdbakterien fanden SOBERN-

HEIM und MÜNDEL nicht resistenter gegen siedendes Wasser als solche aus künstlicher Kultur; der Boden verleiht lediglich mechanischen Schutz. WILLIAMS konnte bei 7 Sporenbildnern aus Einsporkulturen durch 8malige Auswahl der hitzeresistentesten nur in einem Falle Resistenzerhöhung erzielen (*B. mycoides* von 10 auf 25 Minuten bei 100° C).

LINNEMANN isolierte aus 85 Erdproben und organischen Substanzen der Umgebung von Marburg a. d. Lahn 60 *Mucorineen* mit 14 Gattungen, unter denen im Erdboden *Mortierella* stark vertreten ist. Von heterothalischen Arten wurden bei *Mucor hiemalis* gleich viele (+) und (—)-Stämme gefunden, während bei *Rhizopus nigricans* das eine Geschlecht überwog. Verhältnismäßig wenig Myzelien waren neutral.

Bei der „Bodenstaubmethode“ (s. oben) fand CHOLODNY beim Befestigen des Deckglases mit Paraffin starke Entwicklung von *Korynebakterien*, die offenbar organische Stoffe aus dem Paraffin verwerten; bisher nahm man das nicht an und stellte diese Gruppe dadurch in Gegensatz zu *Mykobakterien* und *Aktinomyzeten* (HAAG, JENSEN).

Mit der Reinkultur der schwierig zu züchtenden *Spirillen* beschäftigte sich GIESBERGER eingehend und gibt zugleich eine kritische Übersicht der Formen. Die in Oberflächenwasser vorkommenden sind wesentlich leichter zu züchten als die auf Jauche und Mist sich findenden. Die aus Mist isolierten (*Sp. Kutscheri*) vermögen nur mit Brenztraubensäure und Äpfelsäure befriedigend zu gedeihen, die übrigen verwenden mehr C-Quellen, aber in verschiedener Weise, *Sp. serpens* z. B. nur organische Säuren, andere auch Kohlehydrate und Alkohole. Notwendig ist stets die Anwesenheit von Kalzium, das vielleicht als Magnesiumantagonist wirkt (vgl. Fortschr. Bot. 5, 240). Alle Formen sind mikroaerophil; der Gaswechsel wurde eingehend untersucht.

Eine interessante Form ist *Hyphomicrobium vulgare* (BOLTJES), leicht aus Tropfen langsam fließender, wenig gebrauchter Wasserhähne zu isolieren; sie kann organische Verunreinigungen der Luft als C-Quelle verwerten, wächst gut auf Formiaten und Azetaten, nicht auf Zucker. Diese Anspruchslosigkeit läßt sie als schwer zu beseitigende Verunreinigung von *Nitrosomonas*-Kulturen in Erscheinung treten. [Es mag hier erwähnt werden, daß auch der „Kellerpilz“ *Cladosporium (Rhacodium) cellare* Dämpfe von Alkoholen, Estern, flüchtigen organischen Säuren zu assimilieren vermag.] *Hyphomicrobium* bildet dünne, zähe im Hellfeld nicht, nur nach Färbung und im Dunkelfeld sichtbare Fäden. An ihnen bilden sich monopolar begeißelte Schwärmer, die sich loslösen, fortswimmen und auskeimen. Die systematische Stellung ist gänzlich zweifelhaft. Die Auffassung des Verfassers als einer Übergangsform zwischen Bakterien und *Phycomyceten* dürfte manchem Zweifel begegnen.

BARKER kultivierte Bakterien der Methanbildung, die Methan aus Kohlensäure bilden, wobei organische Stoffe als Wasserstoff-

donatoren auftreten, somit Methanbildung aus Essigsäure nicht durch einfache Dekarboxylierung, sondern auf obigem Wege erfolgt. Es handelt sich um die drei Gruppen *Methanosarcina*, *Methanococcus* und *Methanobacterium*. Absolute Reinkultur dieser extrem anaeroben Bakterien gelang indessen immer noch nicht.

Für aerobe Mikroorganismen erwies sich nach RIPPEL (1) Zusatz von 0,1% Agar, wobei die Nährlösung noch flüssig bleibt, als äußerst günstig. Agar wirkt als Kolloid. Einerseits wird die Oberflächenspannung der Nährlösung erniedrigt, wodurch gleichmäßigere Verteilung z. B. von Pilzsporen erzielt wird, sodann wird offenbar die Sauerstoffversorgung durch Adsorption an das Kolloid begünstigt. Auch Eisen- und Phosphorversorgung sind in Betracht zu ziehen, worüber man unter *Azotobacter* vergleichen möge. Für eine vollständig zusammengesetzte Nährlösung wird man künftig auch den Zusatz eines Kolloids beachten müssen.

Standortsrassen (vgl. weiter unter *Azotobacter*). Mehrfach Beachtung findet die Frage der Anpassung einzelner Arten an bestimmte Bedingungen. Nach KRASSILNIKOV und Mitarbeitern findet man in Böden regelmäßig verschiedene Formen einer Art (*B. mycooides*), wie sie auch unter Laboratoriumsbedingungen auftreten. Im Boden soll Dissoziation stark im Gange sein. MISCHUSTIN (2) sowie MISCHUSTIN und MIRSOJEWА stellten in verschiedenen klimatischen Gegenden (57. bis 46. Breitengrad) Verschiedenheit des intrazellulären Druckes fest, der mit größerer Wärmesumme der Gegend höher wird. NOVOGRUDSKY und KONONENKO fanden 3 Typen von *B. mycooides* mit verschiedener Zelldicke, die in der Natur nebeneinander vorkommen und sich unter Laboratoriumsbedingungen in die mittlere, in der Natur verbreitetste Form verwandeln. *Streptococcus lactis* und *faecium*, morphologisch nicht, aber physiologisch verschieden sind nur Standortsformen; Umwandlung ist möglich. HORNBOSTEL zeigte, daß *Streptobacterium plantarum* (greift Kasein nicht an, säuert Pentosen) die Naturform von *Str. casei* mit umgekehrten Eigenschaften (Standort Milch) ist; auch hier ist Umzüchtung möglich. *B. herbicola* als Naturform von *Coli*-Formen konnte dagegen von STORCK früheren Angaben gegenüber nicht bestätigt werden. POCHON findet, daß anaerobe Zellulosezerersetzer aus Rehbockpansen zunächst nur auf Medien mit diesem Substrat wachsen; erst nach mehreren Überimpfungen tritt Angleichung an anderweitig isolierte Stämme ein. Bei Isolierung aus Labmagen dauerte die Anpassung länger. Wenn auch hin und wieder die Methodik noch nicht ganz befriedigen dürfte, so scheint doch die Frage der Standortsformen im Zusammenhang mit der starken Variabilität der Mikroorganismen einer erhöhten Beachtung wert zu sein.

Bodenalgen. Das zahlreiche Vorkommen von Algen in selbst größeren Bodentiefen (reichlich bis zu 1 m, vereinzelt noch bis zu 2 m Tiefe nach FEHÉR und FRANK) stellt die schwierige Frage, ob ihnen dort wesentliche Bedeutung im Stoffumsatz zukommt. Die genannten Verfasser glauben nachgewiesen zu haben, daß die ultraroten Strahlen assimiliert werden, die noch in größere Tiefe dringen, während der sichtbare Teil der Strahlen durch Absorption und Reflexion bereits in den obersten Schichten verloren geht. Das von den Verfassern festgestellte Vorkommen von *Cyanophyceen* in größeren Bodentiefen, das von PETERSEN indessen nicht

beobachtet wurde, wird von ihnen als chromatische Adaption an die roten und ultraroten Strahlen gedeutet. Die Versuche bedürfen allerdings der Bestätigung, da die Methodik vielleicht ganz andere Schlüsse zuläßt. Eine Vermehrung von Bodenalgen im Dunkeln konnte PETERSEN nicht feststellen, der im übrigen das Vorkommen von Algen in tieferen Bodenschichten nicht durch aktive Ausbreitung, sondern durch passive Abschwemmung erklärt. Eine Bedeutung für den Stoffkreislauf spricht dieser Autor lediglich den epiterranen Algen zu, einmal wegen der im Vergleich zu den subterranean Algen viel größeren Zahl (an der Oberfläche eines Gartenbodens einmal 3 Millionen je 1 g Boden), sodann, weil eben diese Verbraucher, jene Produzenten seien.

Eine eingehende Liste von in 118 Bodenproben der ganzen Welt aufgefundenen *Algen* (688 Arten) mit tabellarischer Aufstellung nach Erdteilen gibt FEHÉR. Bemerkenswert ist, daß auch ganz trockene Wüstenböden (Sahara) zahlreiche Arten (90) aufwiesen. Die meisten Arten können große Schwankungen der p_H -Werte und des Wassergehaltes ertragen. Im Hochgebirge nimmt die Zahl der Algen im Boden mit der Höhe zu, wohl infolge günstiger Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse.

Ein engeres Gebiet, dänische Böden und Ost-Grönland, behandelt PETERSEN mit starker Betonung der experimentellen Seite, Algenübersicht und eingehender allgemeiner Literaturverarbeitung. Auch in jungfräulichen Böden Ost-Grönlands wurden subterranean Algen gefunden; *Cyanophyceen* waren hier verhältnismäßig stärker vertreten als in Dänemark. Durch intensivere Austrocknung (1,5% Feuchtigkeit im Boden) stirbt zunächst ein erheblicher Teil der Algen ab. Die überlebenden bleiben an Individuen- und Artzahl dann Jahre lang konstant; gegen Frost und Hitze sind sie außerordentlich widerstandsfähig. Düngung erhöht die Algenzahl. VON SCHELHORN untersucht an wenigen, vornehmlich bayrischen Böden die Abhängigkeit des Algenvorkommens vom p_H -Wert. In alkalischen Böden herrschen *Cyanophyceen* vor, die in sauren Böden, wie auch *Diatomeen*, vollständig fehlen; in neutralen Böden herrscht annäherndes Gleichgewicht zwischen *Grün-* und *Blaualgen*. Im übrigen werden extreme Böden durch das Vorkommen charakteristischer Arten gekennzeichnet. Auch sie fand in ausreichend gedüngten Böden die reichste Algenflora.

Die Ökologie aerophiler Algen auf Baumstämmen untersuchte EDLICH. Er zeigte vor allem, wie verschieden das Verhalten der einzelnen Formen (*Pleurococcus*, *Apatococcus*, in 2 Arten aufgeteilt, *Stichococcus*) der Feuchtigkeit und Temperatur gegenüber ist. Je höher steigende Luftfeuchtigkeit, um so schädlicher wirkt steigende Temperatur, aber bei den einzelnen Gattungen in sehr verschiedenem Maße, so daß die Kurven sich vielfach überschneiden. Bei 45—60° C ist z. B. *Pl.*, unabhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit am ausdauernden, *Ap.* am wenigsten; bei 30—40° C ist *Ap.* am widerstandsfähigsten außer bei hoher Luftfeuchtigkeit usw. Für die Verteilung in der Natur, ob unten am Stamm

oder oben, ist die Abhängigkeit von der Feuchtigkeit entscheidend: *Pl.* (ganz nahe am Boden) findet die Wachstumsgrenze bei 85—90, *Ap.* (darüber am Stamm, auch gegen Belichtung am widerstandsfähigsten) bei 70 % relativer Dampfspannung. Diese, die sich am besten bei hohem Wechsel zwischen mäßiger und hoher Luftfeuchtigkeit entwickelt, stirbt sogar bei längerer Einwirkung hoher Luftfeuchtigkeit ab, die wieder *St.* (unter 90—95 % relativer Dampfspannung kein Wachstum; geringe Lichtintensität erforderlich) sehr fördert. Gegen Kälte ist besonders *Pl.* widerstandsfähig; sie vertrug —80° C mindestens 24—26 Stunden lang; die beiden anderen nur 1—2 Stunden.

Bemerkenswert sind noch die Untersuchungen von POP, wonach aerophile Algen (*Hormidium nitens* und *flaccidum*, *Pleurococcus*) wenig Schwefelwasserstoff vertragen im Gegensatz zu *Chlorella*, *Euglena*, *Chlamydomonas*, was ökologisch verständlich ist.

Protozoen. VARGA berichtet über *Protozoen* aus Boden der Sahara, die dort zahlreich vertreten sind (vorherrschend *Mastigophoren*), und zwar nach seiner Auffassung in aktivem Zustande; sie finden sich noch bei 1 % Feuchtigkeit und auch in beweglichem Sand, hier aber wohl nur enzystiert. Charakteristisch ist ihre Kleinheit; verbreitet sind solche von 2—5 μ . Auch bei Ernährung in künstlicher Kultur wird die geringe Größe beibehalten.

Colpidium colpoda geht nach LIEBMANN in sauerstofffreiem Wasser bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff eine fakultative Symbiose mit grünen Schwefelbakterien ein, die ihr das Leben in SH_2 -haltigem Wasser ermöglicht.

Knöllchenbakterien (Zusammenfassung bei RIPPEL [2]). Die Unterdrückung der Knöllchenbildung bei Zufuhr von gebundenem Stickstoff und der Zusammenhang mit der Kohlehydratversorgung der Pflanze, äußert sich nach THORNTON und NICOL viel stärker, wenn man nicht die Zahl der Knöllchen berücksichtigt, sondern ihr Volumen. Nach GEORGI kann die Wirkung von Nitrat durch Erhöhung der CO_2 -Versorgung aufgehoben werden. THORNTON zeigte, daß Nitrat Vermehrung und Verkrümmung der Wurzelhaare, beides Vorstadien der Bakterieninfektion, verhindern, welche Erscheinung durch gleichzeitige Zuckergabe wieder aufgehoben wird. THORNTON und RUDORF zeigten an sterilen Kulturen höherer Pflanzen, daß bei Gegenwart von Nitrat die Zellen der Meristemkappe des Knöllchens (vermittels deren das Längenwachstum des Knöllchens erfolgt) sehr verdickte Zellwände besitzt gegenüber dünnen bei normalen Knöllchen, ebenso die das Zentralgewebe des Knöllchens umgebende Endodermis; die Zellteilung in der Meristemkappe ist vermindert. Das innere Bakteriengewebe zeigt nekrotische Veränderung. In den jüngeren Teilen des Knöllchens waren die Bakterien hauptsächlich in kokkoider Form vorhanden, wie sie für Nährstoffmangel charakteristisch ist. Während z. B. diese letztgenannte Erscheinung ohne weiteres auf den bekannten Zusammenhang mit verminderter C-Zufuhr zurückgeführt werden kann, ist das bei der Verdickung der Zellwände in Gegenwart von Nitrat nicht ohne weiteres möglich.

Nach WINOGRADSKI wird von den Knöllchen Ammoniak ausgeschieden. VIRTANEN und TORNIAINEN sowie VIRTANEN und v. HAUSEN dagegen glauben, daß Aminosäuren als N-Assimilationsprodukte gebildet

und auch ausgeschieden würden (damit würde übereinstimmen, daß nach VIRTANEN und LAINE die Knöllchenbakterien nur eine sehr schwache proteolytische Fähigkeit besitzen, die Aminosäuren also nicht von Autolyse herrühren dürften), was nach VIRTANEN und v. HAUSEN sowie VIRTANEN allerdings nicht in Wasserkultur, dagegen in Sandkultur der Fall ist. Nach VIRTANEN soll die von einer Erbse ausgeschiedene N-Menge zur Ernährung von zwei Haferpflanzen ausreichen. Die Ernährung der Leguminosenpflanze selbst durch den Knöllchen-N geht nach BOND so vor sich, daß der in den Bakterien zu 80—90% fixierte Stickstoff ohne wesentlichen Abbau aus den Knöllchen in die Wirtspflanze abfließt. Mit dem Altern der Pflanze erfolgt Abnahme der N-Bindung, hervorgerufen durch Verminderung der Kohlehydrate oder Zunahme inaktiver Stämme.

Viel Beachtung fand die Wirkung wachstumsfördernder Stoffe. Die günstige Wirkung von Humus sehen ALLISON und HOOVER nicht im Eisen, sondern in einem „Co-Enzym R“; dieser Stoff ist bei *Azotobacter*, bei dem Eisen das wirksame Prinzip ist, unwirksam. Eine starke Eisenwirkung (hier reiner Zucker, bei den vorgenannten Rohzucker!) beobachteten dagegen THORNE und WALKER (1), die auch den Begriff „Co-Enzym R“ ablehnen, da verschiedene Extrakte fördern. Diese Autoren (2) sowie THORNE, NEAL und WALKER fanden vor allem Hefeextrakt wirksam; der Respirationsquotient (CO_2/O_2) wird stark herabgesetzt, das Wachstum gefördert; sie glauben, daß die fragliche Erscheinung auf der Eigenschaft des oder der unbekanntem Stoffe beruht, als Wasserstoffdonatoren zu wirken.

Der Sauerstoffverbrauch von *Rh. meliloti* steigt nach NEAL und WALKER bis $\frac{1}{3}$ des theoretischen Wertes und fällt dann plötzlich ab (Rest des Zuckers wohl in gummiartige Stoffe), ebenso der Respirationsquotient (von 1,2—1,3 auf 0,7), was Verfasser mit Übergang von Kohlenhydrat zu Eiweiß- oder Fettstoffwechsel erklären. Nach THORNE, NEAL und WALKER ist der Respirationsquotient bei *Rh. japonicum* und *leguminosarum* im WARBURG-Manometer für 24 Stunden nach der Impfung wesentlich niedriger als für *meliloti*, *trifolii*, *phaseoli*. Im übrigen sind die Verhältnisse im einzelnen noch verschiedener.

Die noch ungeklärte Frage der Rassenbildung bzw. des Übergangs einer Rasse auf eine andere Wirtspflanze wird durch eingehende Untersuchung der Wildformen weiter beleuchtet werden können. CONKLIN fand bei 10 Wildleguminosen, daß sie nicht ohne weiteres einzuordnen waren; z. B. wurden bei 8 Arten eine Gruppe gefunden, die zur *Vigna sinensis* oder *Soja*-Form gehört, ohne daß sie genauer eingeordnet werden konnte, wobei indessen zu berücksichtigen ist, daß diese beiden Gruppen identisch sein sollen (Fortschr. Bot. 5, 442; vgl. weiter ALLEN).

Frei lebende N-Binder (Zusammenfassung bei ROBERG). KLUYVER und VAN DEN BOUT konnten Stämme von *Azotobacter agilis* isolieren, die den von BEIJERINCK angegebenen gelbgrün fluoreszierenden Farb-

stoff bildeten, so daß die früheren Ergebnisse (Fortschr. Bot. 3, 174) dahin zu berichtigen sind, daß es pigmentlose Stämme dieser Art (*Az. agilis* var. *atypica*) gibt. STERN und SUSHKINA erzielten durch Bestrahlung von *Az.* mit Radium-Emanation (Einzellkultur) neue von der Ausgangsrasse kulturell, morphologisch und physiologisch verschiedene Rassen. Sie können im Vergleich zu dieser stärkeres N-Bindungsvermögen haben, was bisher $3\frac{1}{2}$ Monate konstant blieb. In malaiischen Quarzitböden von p_H 4,5—5,5 fand ALTON *Az.* mit mehrere Wochen betragender Inkubationszeit, der sehr säuretolerant ist, bis p_H 3,6 wächst und durch $CaCO_3$ gehemmt wird, bei $CaCl_2$, 0,075 %, dagegen gut wächst. Mannit war schlecht geeignet, besser Glykose und Dextrin, am besten Stärke; in diesem Falle betrug die Inkubationszeit nur 9 Tage. DHAR und TANDON stellten fest, daß *Az.* aus indischen tropischen Böden ein höheres Temperaturoptimum hat (35° gegen sonst $30^\circ C$); auch das Maximum liegt höher.

RIPPEL (1) zeigte, daß Zugabe von 0,1 % Agar zur Nährlösung (s. oben) Wachstum und Stickstoffbindung von *Az.* erheblich fördert, so daß innerhalb 48 Stunden der größtmögliche Wert (etwa 16 mg N je 1 g Kohlenstoffquelle bei großer Oberfläche) erreicht wird. Diese Schnellwüchsigkeit erklärt, daß *Az.* sich in Böden (kolloidreich!) bei Zuckerzusatz so schnell entwickeln und N binden kann. Auch die Wirkung von Eisen kommt im Falle des Agar-Zusatzes erst richtig zur Geltung (ohne Agar, ohne Eisen 0,95, mit Agar, ohne Eisen 2,09, ohne Agar + Eisen 3,02, mit Agar + Eisen 7,13 mg N) und ist dann, bei Vorhandensein von Molybdän, selbst stärker als die von Humuspräparaten. Neben der obenerwähnten Agarwirkung ist auch der durch das Kolloid bewirkte Verteilungszustand von Eisen und Phosphorsäure in Betracht zu ziehen, was eingehend untersucht werden müßte.

BORTELS hatte früher (1) schon gezeigt, daß die Molybdänwirkung zum Teil durch Vanadium ersetzt werden kann (vgl. weiter SHIBUYA und SACKI, BURK und HORNER, sowie KONISHI und TSUGE) und bringt jetzt (2) ausführliche Bestätigung. WOLFRAM vermag das nicht, fördert aber optimale und unteroptimale Gaben von Vanadium sowie unteroptimale Molybdänkonzentrationen. Der Optimalbereich von Molybdän ist sehr groß; für *Az. chroococcum* und Molybdän 1 : 1000 bis 1 : 5000000, für Vanadium 1 : 250000 bis 1 : 100000000. Molybdän fördert auch die N-Bindung von *B. amylobacter*; eine Wirkung auf Knöllchenbakterien in N-freier Nährlösung konnte nicht festgestellt werden. Bemerkenswert ist noch, daß Mo auch die N-Bindung in Gegenwart von gebundenem N stark fördert (BORTELS [2]).

In Rein-Misch-Kulturen von *Cytophaga* und *Az.* auf Zellulose findet nach BUCKSTEEG ohne N weder Zellulosezersetzung noch N-Bindung statt, auch nicht bei Vorhandensein geringer N-Mengen; doch ist beides

bei Rohkulturen der Fall. Zellobiose wird von *Azotobacter* nicht verwertet.

Stickstoffbindung durch Cyanophyceen. WINTER fand, daß *Nostoc* aus *Gunnera* und *Cycas* elementaren N binden, jedoch nur in Gegenwart von Zuckern, in völlig N-freier Nährlösung auch nur in Gegenwart von Fruktose.

Ammoniakoxydation. HANKS und WEINTRAUB gelang es, durch Innehaltung gewisser Bedingungen, ammoniakoxydierende Bakterien leicht auf Kieselsäureplatten zu züchten. Die Ergebnisse von BOLTJES hinsichtlich der Morphologie werden bestätigt, die Einwände von WINOGRADSKY (Fortschr. Bot. 5, 240) zurückgewiesen.

In Salzböden findet nach HENCKEL und DAGNINI keine Nitratbildung statt oder sie geht nur bis zum Nitrit, wofür Konzentration und Art der Salze verantwortlich gemacht werden. In aus Salzböden entstandenen jungfräulichen Alkaliböden vollzieht sich die Nitratbildung nur im obersten Horizont. Nach CORBET soll sich in sauren Böden Nitratbildung nur photochemisch vollziehen, über p_H 5,0 dagegen biologisch.

Zellulose- und Ligninzersetzer. Nach VARTIOVEARA treten Zucker beim Zelluloseabbau durch Pilze nicht nur bei Chloroform- usw. Zusatz auf, sondern auch, wenn aerobe Kulturen in N_2 - oder CO_2 -Atmosphäre gesetzt werden.

Nach WAKSMAN und HUTCHINGS scheinen neben Pilzen auch Bakterien Lignin angreifen zu können, was bisher nicht sicher bekannt war. Zusammenfassende Darstellung holzzerstörender Pilze bei BAVENDAMM (1).

Schwefelbakterien (Zusammenfassende Darstellung der Purpurbakterien bei BAVENDAMM [2]). BARBER und BURROWS isolierten ein nicht sporenbildendes Stäbchen, das bei Zystin als einziger C-, N- und S-Quelle Ammoniak und elementaren Schwefel in annähernd äquimolarem Verhältnis bildet, aber keinen Schwefelwasserstoff.

Eisenbakterien (Zusammenfassung bei CHOLODNY [2]).

Humusbildung (Zusammenfassung bei RIPPEL [3] und WAKSMAN)¹. GOLLMICK bestätigt, daß Kupfer als Oxydationskatalysator für die Bildung des Farbstoffes bei *Aspergillus niger* verantwortlich zu machen ist; seine Rolle bei der Bildung von Humusstoffen ist, wie früher RIPPEL vermutete, ernsthaft in Betracht zu ziehen. RIPPEL und BEHR zeigten, daß von *Aspergillus niger* das Sulfation weitgehend in organische Bildung übergeführt wird, was noch andauert, wenn die Myzelbildung abgeschlossen ist; vielleicht liegen hier Vorgänge zugrunde, wie sie zur Festlegung des Schwefels in den Humusstoffen führen (80—90% des Bodenschwefels liegen in organischer Form vor). ENGEL wies nach, daß bei mineralischer Düngung ein Schwund der Humusstoffe des Bodens stattfindet.

Literatur.

- ALLEN, O. N., u. E. K.: Soil Sci. 42, 61 (1936). — ALLISON, F. E., u. S. R. HOOVER: Ebenda 41, 333 (1936). — ALTSON, R. A.: J. agricult. Sci. 26, 268 (1936).
 BAIER, C. R.: Arch. f. Hydrobiol. 29, 183 (1935). — BARBER, H. H., u. R. B. BURROWS: Biochem. J. 30, 599 (1936). — BARKER, H. A.: Arch. Mikrobiol. 7, 404, 420 (1936). — BAVENDAMM, W.: (1) Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XII, Teil 2, Heft 7, S. 927. 1936. — (2) Erg. Biol. 13, 1 (1936). — BLAIR, E. M. Mc V.: J. of Hyg. 36, 446 (1936). — BOLTJES, T. Y. K.: Arch. Mikrobiol.

¹ Zum chemischen Aufbau der Humusstoffe vgl. SCHEFFER, SIMON, SPRINGER. Fortschritte der Botanik VI.

7, 188 (1936). — BOND, G.: Ann. of Bot. 50, 559 (1936). — BORTELS, H.: (1) Zbl. Bakter. II 87, 476 (1933). — (2) Ebenda 95, 193 (1936). — BUCKSTEEG, W.: Ebenda 95, 1 (1936). — BURK, D., u. C. K. HORNER: Trans. III. internat. Congr. Soil Sci. Oxford 1, 152 (1935).

CHOLODNY, N.: (1) Arch. Mikrobiol. 7, 286 (1936). — (2) Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XII, Teil 2, S. 889. 1935. — CONKLIN, M. E.: Soil Sci. 41, 167 (1936). — CORBET, A. St.: Biochem. J. 28, 1575 (1934).

DEMETER, K. J.: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XII, Teil 2, S. 771. 1935. — DHAR, N. R., u. S. P. TANDON: Proc. Acad. Sci. Alahabad. 6, 35 (1936).

EDLICH, F.: Arch. Mikrobiol. 7, 62 (1936). — ENGEL, H.: Zbl. Bakter. II 92, 490 (1935).

FEHÉR, D.: Arch. Mikrobiol. 7, 439 (1936). — FEHÉR, D., u. M. FRANK: Ebenda 7, 1 (1936). — FLANCÓWNA, P.: Acta Soc. Polon. 10, 521 (1933).

GEORGI, C. E.: J. agricult. Res. 51, 597 (1935). — GIESBERGER, G.: Beitr. zur Kenntnis der Gattung Spirillum. Dissert., Utrecht. W. D. Meinema, Delft 1936. — GOLLMICK, F.: Zbl. Bakter. II 93, 421 (1935/36).

HAAG, J. E.: Zbl. Bakter. II 71, 1 (1927). — HANKS, J. H., u. R. L. WEINTRAUB: J. Bacter. 32, 639, 653 (1936). — HENCKEL, P., u. E. M. DAGNINI: Microbiology (russ.) 5, 99 (1936). Engl. Zus.fassung S. 110. — HORNOSTEL, W.: Arch. Mikrobiol. 7, 115 (1936). — HOTCHKISS, M., u. S. A. WAKSMAN: J. Bacter. 32, 423 (1936). — HULPOI, N.: Arch. Mikrobiol. 7, 579 (1936).

ISAKOVA, A.: Bull. Acad. Sci. USSR., Cl. nat. et math. 1934, Nr 7, 993; 7, 1147 (1935). Ref. Bot. Zbl. 28, 271 (1936/37) bzw. Chem. Zbl. 1936 II, 3127.

JAHN, E.: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XII, Teil 2, S. 905. 1936. — JENSEN, H. L.: Proc. Linnean Soc. N. S. Wales 59, 1, 19 (1934).

KARSINKIN, G.: Arb. Limn. Stat. Kossino 17 (1934); 18 (1934). — KANSKIJ, A.: Arb. Polarkomm., 7. Folge S. 79, 1932. Ref. Zbl. Bakter. II 94, 79/80 (1936). — KILLIAN, CH., u. D. FEHÉR: Ann. Inst. Pasteur 55, 573 (1935). — KLUYVER, A. J., u. M. T. VAN DEN BOUT: Arch. Mikrobiol. 7, 261 (1936). — KLUYVER, A. J., u. C. B. VAN NIEL: Zbl. Bakter. II 94, 369 (1936). — KONISHI, K., u. T. TSUGE: Bull. agricult. chem. Soc. Japan 10, 584 (1934). — KORNEJEW, N.: Wiss. Schr. Zuckerind. (russ.) 27, 105 (1933). Ref. Z. Pflanzenernährg 44, 378 (1936). — KÖRNLEIN, M.: Arch. Mikrobiol. 7, 359 (1936). — KRASSILNIKOV, N.: Arb. Irrigationskomm., Folge 3 1934, 141. Ref. Zbl. Bakter. 94, 365 (1936). — KRASSILNIKOW, N. A., A. E. KRISS u. M. A. LITVINOV: Microbiology (russ.) 5, 87, 270 (1936). Engl. Zus.fassung S. 98, 285.

LIBBMANN, H.: Z. Hyg. 118, 29 (1936).

MACK, E.: Zbl. Bakter. II 95, 218 (1936). — MISCHUSTIN, E.: (1) Die Chemisation der soz. Landwirtschaft 7, 55. 1935. Ref. Zbl. Bakter. II 95, 82 (1936). — (2) Zbl. Bakter. II 93, 371 (1937). — MISCHUSTIN, E. M., u. W. A. MIRSOJEW: Ebenda 95, 25 (1936).

NEAL, O. R., u. R. H. WALKER: J. Bacter. 32, 183 (1936). — NOVOGRUDSKY, D. M.: Microbiology (russ.) 5, 364, 623 (1936). Engl. Zus.fassung S. 383, 643. — NOVOGRUDSKY, D. M., u. E. KONONENKO: Ebenda 4, 4 (1935). Engl. Zus.fassung S. 22.

PETERSEN, J. B.: Dansk bot. Arkiv 8 (1935). — PHILIPPOV, G. S.: Bull. Acad. Sci. USSR., Cl. sc. nat. et math. 1934, Nr 7, 1031, 1037. — POCHON, J.: C. r. Acad. Sci. Paris 202, 1538 (1936). — POP, L., J. J.: The influence of hydrogen sulphide on growth and metabolism of green Algae. Diss. Leiden. Delft: W. D. Meinema 1936. — PORTIER, P.: C. r. Soc. Biol. Paris 121, 1169 (1936).

RAVICH, B.: Microbiology (russ.) 5, 66 (1936). Engl. Zus.fassung S. 76. — RIPPEL, A.: (1) Arch. Mikrobiol. 7, 210, 590 (1936). — (2) Forschungsdienst, Sonderheft 6, 215 (1936). — (3) Ebenda 2, 83 (1936). — RIPPEL, A., u. G. BEHR: Arch.

Mikrobiol. 7, 584 (1936). — ROBERG, M.: Der Forschungsdienst 2, 23, 258 (1936). — ROSSI, G.: 6. Internat. Bot. Kongr. Amsterdam 2, 170 (1935); Soil Sci. 41, 53 (1936). — RUBENTSCHIK, L.: Microbiology (russ.) 5, 451 (1936). Engl. Zus.fassung S. 464. — RUBENTSCHIK, L. J., u. S. S. CHAIT: Ebenda 4, 660 (1935). Engl. Zus.fassung S. 668. — RUBENTSCHIK, R., M. B. ROISINI u. F. M. BIELJANSKY: J. Bacter. 32, 11 (1936).

SAHASRABUDDHE, D. L.: Proc. Indian Acad. Sci., Sect. B 3, 310 (1936). — SALIMOVSKAIA-RODINA, A. G.: Microbiology (russ.) 5, 487 (1936). Engl. Zus.fassung S. 493. — SCHANDERL, H.: Zbl. Bakter. II 94, 112 (1936). — SCHEFFER, F.: Forschungsdienst 1, 422 (1936). — SCHELHORN, M. VON: Zur Ökologie und Biologie der Erdalgen. Naturwiss. u. Landw. Heft 18. Freising-München: F. P. Datterer 1936. — SCHELOUMOVA, A., u. O. PROTOD' JAKONOV: Arb. allruss. Inst. landw. Mikrobiol. 5, 119 (1933). Ref. Z. Pflanzenernährg 44, 378 (1936). — SCHNEGG, H., u. K. WEIGAND: Zbl. Bakter. II 95, 154 (1936). — SCHWEIZER, G.: Arch. Mikrobiol. 7, 297 (1936); Einführung in die Kaltsterilisationsmethode. Jena: G. Fischer 1937. — SCHWEZOWA, O.: Arb. allruss. Inst. landw. Mikrobiol. 4. Ref. Zbl. Bakter. II 94, 282 (1936). — SHIBUGA, K., u. H. SACKI: J. Soc. trop. Agricult. 6, 721 (1934). — SIMON, K.: (1) Forschungsdienst 1, 516 (1936). — (2) Bodenke u. Pflanzenernährg 1, 257 (1936). — SOBERNHEIM, G., u. O. MÜNDEL: Z. Hyg. 118, 328 (1936). — SPRINGER, U.: Forschungsdienst 2, 73 (1936). — STERN, E. A., u. N. N. SUSHKINA: Microbiology (russ.) 5, 253 (1936). Engl. Zus.fassung S. 258. — SZILVINYI, A. VON: Zbl. Bakter. II 94, 216 (1936). — STORCK, W.: Ebenda II 95, 284 (1936).

THORNE, D. W., u. R. H. WALKER: (1) Soil Sci. 42, 231 (1936). — (2) Ebenda 42, 301 (1936). — THORNE, D. W., O. R. NEAL u. R. H. WALKER: Arch. Mikrobiol. 7, 477 (1936). — THORNTON, H. G.: Proc. roy. Soc. Lond., Ser. B 119, 474 (1936). — THORNTON, H. G., u. H. NICOL: J. agricult. Sci. 26, 173 (1936). — THORNTON, H. G., u. J. E. RUDORF: Proc. roy. Soc. Lond., Ser. B 120, 240 (1936). — TRUFFAUT, G., u. M. LEFOUIN: Courrier de l'I. M. C. 5, 3 (1935). Ref. Z. Pflanzenernährg 43, 101/102 (1936).

VARGA, L.: Ann. Inst. Pasteur 56, 101 (1936). — VARTIOVEARA, U.: Suomen Kemistilehti 9, 95 (1936). — VIRTANEN, A. J.: 6. Internat. Bot. Kongr. Amsterdam 2, 3 (1935). — VIRTANEN, A. J., u. S. VON HAUSEN: (1) Acta chem. fenn. 12, 1 (1934). — (2) J. agricult. Sci. 25, 278 (1935); 26, 281 (1936). — VIRTANEN, A. J., u. T. LAINE: Biochem. J. 30, 377 (1936). — VIRTANEN, A. J., u. M. TORNIAINEN: Suomen Kemistilehti 9, 13 (1936). Ref. Chem. Zbl. 1936 II, 2396.

WAKSMAN, S. A.: 6. Internat. Bot. Kongr. Amsterdam 2, 168 (1935). — WAKSMAN, S. A., u. J. J. HUTCHINGS: Soil Sci. 42, 119 (1936). — WILLIAMS, F. T.: J. Bacter. 32, 589 (1936). — WINOGRADSKY, S.: Ann. Inst. Pasteur 56, 221 (1936). — WINTER, G.: Beitr. Biol. Pflanz. 23, 295 (1935).

ZO BELL, C. E., u. D. Q. ANDERSON: Bull. amer. Assoc. Petrol. Geol. 20, 258 (1936). Ref. Zbl. Bakter. II 95, 357 (1936).

13. Ökologische Pflanzengeographie.

Von HEINRICH WALTER, Stuttgart.

Mit 2 Abbildungen.

1. **Klimatische Standortsfaktoren.** Die Beziehungen, die zwischen Temperatur und Verbreitungsgrenzen bestehen, werden von LANGLET (1) in Schweden eingehend untersucht. Er zeigt zunächst, daß zwischen Mitteltemperaturen und Extremtemperaturen eine so hohe Korrelation besteht, daß man den ersteren durchaus nicht jede biologische Bedeutung absprechen darf. Er wendet sich dann insbesondere gegen die Berechnung der Klimakonstanten für die einzelnen Pflanzenarten nach ENQUIST. Man wird Verfasser durchaus beipflichten, wenn er darauf hinweist, daß außer Klima und Standortsfaktoren für die Arealbegrenzung auch die Konkurrenz, menschliche Eingriffe und Einwanderungsgeschichte bestimmend sind. Außerdem muß die Variabilität innerhalb der Art berücksichtigt werden. Auf die sehr beachtenswerten Ergebnisse des Verfassers (Abb. 35), die jetzt in ausführlicher Form vorliegen (LANGLET [2]), hatten wir bereits hingewiesen (Fortschr. Bot. 5, 260). Es ist nicht dieselbe *Pinus silvestris*, die an der Westgrenze des Kiefernareals in Norwegen, Schweden, Deutschland usw. wächst. Diese Befunde sind zur Klärung der Provenienzfrage von größter Bedeutung.

Die Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse mit besonderer Berücksichtigung der Temperatur innerhalb von Pflanzenbeständen und außerhalb derselben behandelt FILZER (1). Zur Zeit der Einstrahlung hängt die Temperatur im Bestande deutlich von der Orientierung und Dichte der Blattorgane ab. Der Einfluß des Wassergehaltes des Bodens, die Temperaturunruhe und die Beeinflussung der Evaporationsgröße werden bestimmt. Verfasser meint, daß letztere zur Charakterisierung der Transpirationsbedingungen nicht herangezogen werden kann. Das dürfte aber kaum erwiesen sein. Daß Transpiration und Evaporation nicht streng proportional sind (vgl. S. 249), ist selbstverständlich. Aber ebenso wenig kommt den Transpirationskoeffizienten von FILZER absolute Gültigkeit zu. Sie werden schon bei einer Art stark variieren und bei verschiedenen Arten eines Mischbestandes sicher nicht übereinstimmen.

Sehr genaue quantitative und qualitative Angaben der Lichtverhältnisse an Sonnen- und Schattenstandorten sowie im Wasser, in verschiedener Meereshöhe, bei verschiedener Bewölkung und zu verschiedenen Tageszeiten macht SEYBOLD auf Grund von Messungen mit

seiner genau geeichten Apparatur. Es wäre zu wünschen, daß mit dieser Methode die Angaben von WIESNER über den Lichtgenuß der

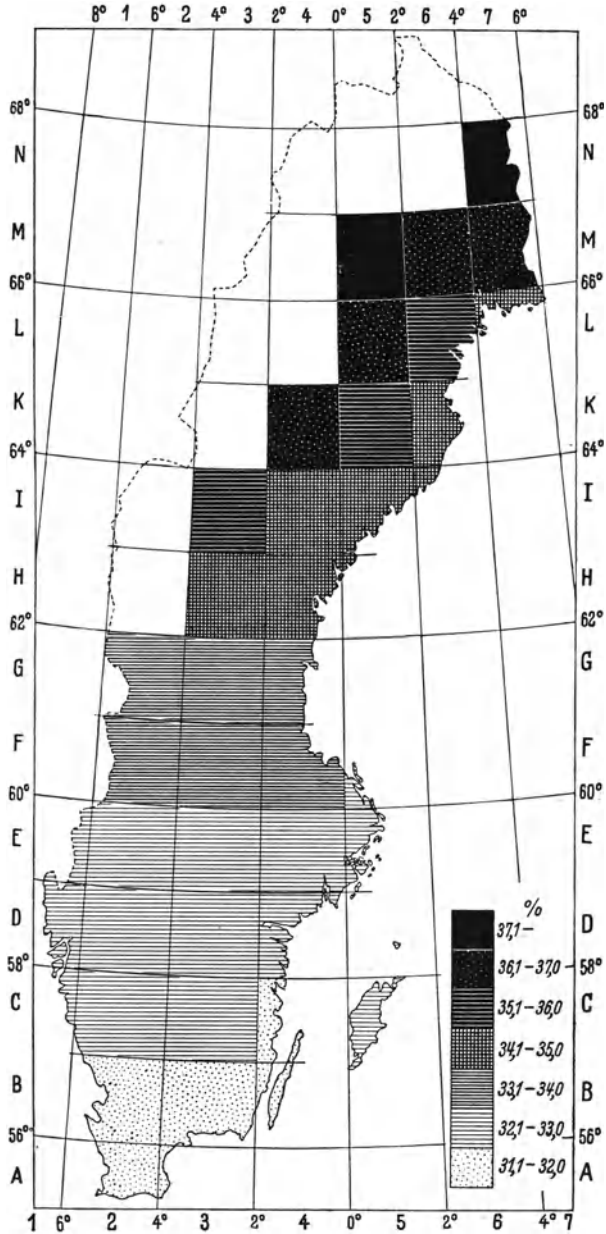


Abb. 35. Trockensubstanzgehalt in Kiefersämlingen, aus Samen von etwa 580 verschiedenen Orten in Schweden. Die Versuche wurden in Experimentalfället ausgeführt. Parallel zum Trockensubstanzgehalt verändern sich die Kälteresistenz, die Zuwachsgeschwindigkeit, die Anfälligkeit gegen Parasiten usw. (Nach LANGLET.)

Pflanzen auf breiter Grundlage einer Überprüfung unterzogen würden. Verfasser stellt derartige Messungen in Aussicht.

Unter den Schattenpflanzen muß man zwischen Blauschattenpflanzen und Grünschattenpflanzen unterscheiden, je nachdem, ob sie mehr diffuses blaues Himmelslicht oder das durch ein Blätterdach ausfiltrierte Licht erhalten.

Einige Messungen der Lichtverhältnisse in Buchen-, Eichen- und Birkenwäldern mit photoelektrischen Zellen ohne Berücksichtigung der spektralen Zusammensetzung führte SALISBURY aus.

Die Wirkung einer plötzlichen Veränderung der Lichtverhältnisse auf Fichten untersucht STÄLFELT. Wird eine im Schatten aufgewachsene Fichte bei der Durchforstung lichtgestellt, so fallen die schon vorher entwickelten Nadeln frühzeitig ab. Die neugebildeten dagegen sind an die neuen Lichtverhältnisse weitgehend angepaßt. Die Lichtstellung bewirkt auch ein verstärktes Knospentreiben. Nur wenn die Äste schon zu lange unter Lichtmangel litten und keine Nährstoffreserven besitzen, sterben sie ab, evtl. können noch Adventivknospen austreiben (selbst an 20jährigen Internodien). Im allgemeinen kann man sagen, daß die Dichte der Krone weitgehend durch die Lichtverhältnisse bestimmt wird und durch deren Änderung in der einen oder anderen Richtung eine entsprechende Veränderung erfährt.

Bekanntlich ist die Assimilationsleistung von Sonnen- und Schattenpflanzen, resp. Blättern sehr verschieden. Man sieht darin eine Anpassung an die äußeren Verhältnisse. Die Untersuchungen von MONTFORT mit Meeresalgen zeigen aber, daß wir es *bei diesen* in bezug auf die Starklichtwirkung mit zwei erblich fixierten Resistenztypen zu tun haben: die einen werden irreversibel geschädigt, die andern nicht. Für die Zugehörigkeit zu diesen Typen ist weder die Farbe der Algen noch der Lichtgenuß während des Vorlebens von Bedeutung. Es ist deshalb falsch, bei ihnen von einem Sonnen- oder Schattentypus zu reden.

Auf die neue Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Assimilationsgröße bei Landpflanzen von HOLDHEIDE, HUBER und STOCKER, die einen großen Fortschritt bedeutet, sei ausdrücklich hingewiesen. Das CO₂ wird durch NaOH mit n-Butylalkohol-Zusatz absorbiert und durch die Änderung der Laugenleitfähigkeit bestimmt.

Daß die an Bäumen wachsenden Flechten sehr empfindlich für Luftverunreinigungen sind, ist bekannt. VARESCHI benützt diese Eigenschaft um den Reinheitsgrad der Luft von Städten zu ermitteln. Er unterscheidet: 1. die ungünstigste Zone der epixylen Flechtenwüste, in der nur grüne Überzüge an Bäumen und staubige Krusten vorkommen, 2. die Kampfzone mit einem inneren (erstes Auftreten der zähesten Flechten) und äußerem Gürtel (robuste Arten mit hohen Deckungsgraden, empfindliche nur vereinzelt) und 3. die Normalzone mit Strauch- und Bartflechten. Es zeigt sich, daß in Zürich das Gebiet der epixylen

Wüste viel kleiner ist als z. B. in Stockholm oder Oslo. Die Luftverhältnisse sind also in den inneren Stadtteilen von Zürich günstiger. Die Arbeit bildet ein schönes Beispiel dafür, wie ökologische Untersuchungen auch im Rahmen der Städteplanung verwertet werden können.

2. Boden- und Wurzelverhältnisse. Den Wurzelverhältnissen wird in letzter Zeit mit Recht immer mehr Beachtung geschenkt. LINKOLA und TIIRIKKA messen die Wurzeln von Wiesenpflanzen an 3 verschiedenen Standorten mit sandigem Boden: 1. auf einer ziemlich trockenen *Antennaria*-Wiese, 2. auf einer mittelfeuchten *Nardus*-Wiese und 3. auf einer feuchten *Alchemilla*-Wiese. Von 61 Arten zeigen die meisten die geringsten Wurzeltiefen am feuchten Standort, doch gibt es auch solche, die an allen Standorten gleiche Wurzelsysteme besitzen. Sie wachsen am trockenen Standort kümmerlicher. Das seitliche Streichen wird durch den Standort und die Nachbarpflanzen wenig beeinflusst (max. Breite 120 cm). Über die Tiefen gibt folgende Tabelle, aus der der Anteil der Arten mit einer bestimmten Wurzeltiefe zu ersehen ist, Auskunft:

Bewurzelung	Antennaria-Wiese	Nardus-Wiese	Alchemilla-Wiese
	%	%	%
Sehr seichte (0—6 cm)	8	25	23
Seichte (6—12 cm)	0	59	50
Mäßig tiefe (12—30 cm)	15	8	18
Tiefe (30—100 cm)	77	8	9

Auf Frischwiesen sind 83—88% der Wurzeltrockengewichte in den oberen 10 cm und 94—96% in den oberen 15 cm des Bodens enthalten. In dieser Tiefe erreicht der CO₂-Gehalt der Bodenluft schon 1%. Die Wurzelschichtung ist bei den Wiesen sehr wenig ausgeprägt, obgleich es sich um eine sehr artenreiche Gesellschaft handelt.

Sehr genaue quantitative Wurzelstudien bei Getreide und Unkräutern in Kanada verdanken wir PAVLYCHENKO. Erdblöcke mit den gesamten Wurzelsystemen wurden ausgehoben und von unten her ausgewaschen, so daß man alle Wurzeln unverletzt erhielt. Bei isoliert wachsenden Pflanzen erreicht die Gesamtlänge aller Wurzeln ein erstaunliches Ausmaß:

	Flughäfer	Weizen	Roggen
Maximale Wurzeltiefe	1,6 m	1,6 m	1,57 m
Gesamtlänge	88 km	71 km	97,5 km

Bei gewöhnlicher Drillsaat beträgt die Wurzeltiefe etwa 75% des angegebenen Wertes und die Gesamtlänge nur etwa 1,2%, also rund 1 km. Dieselbe Reduktion des Wurzelsystems tritt auch bei starker Verunkrautung ein. Auf *Sinapis arvensis* z. B. entfiel in einem Fall die doppelte Wurzellänge im Vergleich zu Weizen.

Die Bodentypen von Deutschland werden in einer ausführlichen Arbeit mit einer großen Bodenkarte von STREMMER dargestellt. Verfasser macht darauf aufmerksam, daß die vollkommene Parallelität zwischen Pflanzenassoziationen und Bodenprofil, wie sie von Pflanzensoziologen häufig angenommen wird, in Wirklichkeit nicht besteht.

Die Beziehungen zwischen p_H und Vorkommen von Moosen wurden auf breiter Grundlage (2700 Proben) von APINIS und LACIS, sowie IKENBERRY (1200 Proben) untersucht. Die Kulturversuche des letzteren zeigen, daß für die Verbreitung der Moose außer dem p_H -Wert noch andere Bodenfaktoren maßgebend sein müssen. ROHWEDER macht auf die merkwürdige Tatsache aufmerksam, daß in *Schleswig-Holstein* die nährstoffreichen Kalkböden hauptsächlich von polyptoiden Pflanzen bewachsen sind (bis 95 % der Arten), während die diploiden auf armen oder salzhaltigen Böden vorherrschen. Nach ILJIN kann man zwischen Pflanzen unterscheiden, deren Preßsaft Kalziumionen ausfällt und solchen, bei denen es nicht der Fall ist. Bei den ersten nimmt die Fällbarkeit ab, wenn sie auf kalkreichen Böden wachsen.

3. Ökologie der Gebirgspflanzen. Den Versuch, zu einer zusammenfassenden Übersicht des Wasserhaushaltes der verschiedenen Alpenpflanzen macht BERGER-LANDEFELDT. Er untersucht Vertreter der Schuttpflanzen, der Schneetälchen, der Fels- und Polsterpflanzen an 1—2 sonnigen Tagen und bespricht die bereits vorhandene Literatur, um nach Möglichkeit ein abgeschlossenes Bild zu geben.

Der Sommer ist für die Alpenpflanzen wohl niemals eine kritische Zeit. Zwar schränken gewisse Pflanzen mittags die Transpiration etwas ein, während andere durchtranspirieren und deshalb etwas größere Defizite aufweisen¹. Aber als xerophytisch kann man weder die Schneetälchenpflanzen noch die Polsterpflanzen bezeichnen. Die stärkere Transpiration der Schneetälchenpflanzen hängt wohl mit der Kürze der Vegetationszeit zusammen, die sie zur möglichst energischen Assimilation zwingt. Die gefährlichste Zeit für unter Schnee überwinterte Pflanzen ist der Frühling und Herbst, für die anderen der Winter.

Das verschiedene Verhalten der Alpenpflanzen im Sommer und im Winter ist sehr eingehend von CARTELLIERI untersucht worden. Durch die ersten Fröste im Herbst wird der osmotische Wert ohne Wasser-

¹ Verfasser schlägt für erstere die Bezeichnung „isohydrische“ Pflanzen vor, für letztere „anisohydrische“. Es scheint uns aber, daß die bereits eingeführten Ausdrücke „steno-“ und „euryhydrisch“ genügen. Zwar beziehen sie sich auf das Verhalten des osmotischen Wertes, aber dieser soll ja gerade als *Indikator des Gesamtwasserhaushaltes* dienen! Die enge Fassung dieser Begriffe bei Verfasser ist durchaus nicht im Sinne des Referenten. Die geringen Schwankungen des osmotischen Wertes bei stenohydrischen Pflanzen werden entweder durch einen ausgeglichenen Standort oder durch Transpirationsregulierung oder durch gute Wasseraufnahme bedingt. Für alle diese Fälle gesonderte Bezeichnungen einzuführen, ist wohl verfrüht.

gehaltsabfall heraufgesetzt. Damit zugleich sinkt die Transpirationsfähigkeit und die Assimilation. Mit dem Erwärmen im Frühjahr sinkt der osmotische Wert, die relative Transpiration steigt, und ihr folgt langsam auch die Assimilation. Das Verhalten in bezug auf Transpiration und Assimilation wird vor allen Dingen durch die Spalten bedingt, die im Winter geschlossen bleiben. Sehr wichtig ist die Feststellung, daß das Verhältnis der Transpirationsgröße zur gleichzeitigen Verdunstung von grünen Filterscheiben eine für die einzelnen Arten charakteristische Größe ist, die selbst in verschiedenen Jahren konstant bleibt. Das gilt allerdings nur für Versuche an sonnigen windstillen Tagen mit Pflanzen, die wassergesättigt sind, also ihre Transpiration nicht einschränken. Im Schatten dagegen ist die Transpiration relativ zu hoch, bei Wind die Verdunstung. *Es müßte in Zukunft die Aufgabe der Transpirationsuntersuchungen sein, diese Konstanten der relativen Transpiration für verschiedene Arten zu bestimmen.* Die Tagesausbeuten der Assimilation sind im Sommer bei den sommergrünen Arten größer. Dafür ist die Assimilationszeit der wintergrünen Pflanzen namentlich im Herbst länger. Im Frühjahr ist der Unterschied gering, weil die Blätter der immergrünen Arten ihre maximale Leistungsfähigkeit erst sehr verspätet wiedererlangen, wenn bereits auch die sommergrünen belaubt sind.

Durch die Untersuchungen von SCHMIDT an der Baumgrenze im Schwarzwald wird nicht nur der winterliche Verschuß der Spalten für die Fichte bestätigt, sondern auch gezeigt, daß die Veränderungen der Plastiden sehr stark vom Licht und der Höhenlage abhängen. Schäden an Nadeln werden deshalb nur an der Baumgrenze und an der Sonnenseite beobachtet. Sie treten nicht bei den tiefsten Temperaturen, sondern erst im Frühjahr auf. Weder Trockenheit im Sommer, noch Früh- und Spätfröste sind an der Baumgrenze für die Fichte von Bedeutung. Bestimmt man den Chlorophyllgehalt der Fichtennadeln in verschiedener Höhe (ZELLER), so darf man nur gleich weit entwickelte Nadeln miteinander vergleichen. Auch ist die Frage der Bezugsgröße nicht leicht zu lösen. Als solche ist nach ZELLER am günstigsten das Trockengewicht. Der Chlorophyllgehalt fällt bei der Fichte erst über 1600 m. Bei der Latsche und bei *Heliosperma alpestre* kann eine Abnahme mit der Höhe nicht festgestellt werden, wohl aber bei *Gentiana raetica* und *Aconitum napellus*. Mit dem Alter der Nadeln nimmt der Chlorophyllgehalt bei Fichten und anderen Koniferen nach LAURS bis zum 4. Jahr ständig zu. Dann bleibt er konstant oder fällt leicht ab, um bei den ältesten Nadeln plötzlich zu sinken. Die anderslautenden Angaben von STÅLFELT und ZACHAROWA werden somit widerlegt. Angaben über die Anatomie und die Spaltenzahl von hochandinen Pflanzen aus 5000 m Höhe findet man bei SPINNER. Die Pflanzen sind xeromorph gebaut.

4. Xerophyten- und Halophytenproblem. Bei ökologischen Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Pflanzen lassen sich die osmo-

tischen Höchstwerte, die für das Xerophytenproblem von besonderer Bedeutung sind, im Freiland nur selten bei außergewöhnlichen Witterungsverhältnissen bestimmen. Deshalb unternahm SIMONIS den Versuch, diese Werte bei eingetopften Pflanzen zu bestimmen, indem er die Erde langsam austrocknen ließ und auf plasmolytischem Wege den Anstieg der Zellsaftkonzentration bis zum Absterben der Pflanzen verfolgte.

Bei vielen Schattenpflanzen läßt sich dabei ein nennenswerter Anstieg nicht feststellen. Der Maximalwert ist niedrig. Bei Sumpfpflanzen liegt der Höchstwert selten mehr als 30 % über dem Normalwert. Bei Pflanzen trockener Standorte dagegen beträgt der Anstieg über 50 % des Normalwertes und kann selbst 100 % überschreiten. Die absolute Höhe der Normal- und Höchstwerte zeigt im Laufe der Vegetationsperiode eine bestimmte Veränderung. Die Geschwindigkeit des Austrocknens hat auf die Höhe der erreichten Maximalwerte keinen Einfluß. Auch bei wiederholten Austrocknungsversuchen wurde eine nennenswerte Erhöhung von O_{opt} und O_{max} nicht erreicht. Die Ergebnisse dieser Laboratoriumsversuche stimmen mit den Befunden der Felduntersuchungen anderer Autoren gut überein. Die Welkungskoeffizienten sind für Pflanzen verschiedener ökologischer Typen nicht gleich. Schatten- und Sumpfpflanzen welken schon bei einem höheren Wassergehalt des Bodens.

Die höchsten bisher bekannten Transpirationswerte sind von VASSILIEV bei Pflanzen der Sandwüste Karakum festgestellt worden. KOKINA arbeitet in demselben Gebiet mit denselben Pflanzen und findet, daß die Werte von VASSILIEV relativ zwar richtig, absolut aber 2—3 mal zu hoch sind. Stärker als die von VASSILIEV untersuchten Holzpflanzen transpirieren die Frühlingsephemeren und unter ihnen die poikilohydre *Carex physodes*. Bei ihr werden die bisherigen Höchstwerte fast erreicht. KOKINA bestreitet auch das von VASSILIEV festgestellte geringe Wasserdefizit der Wüstenpflanzen. Allerdings könnte die von ihr gefundene Wassergehaltabnahme im Sommer auch auf Trockensubstanzabnahme beruhen (Aschengehalt steigt bis 30 %). Ebenso kann der Anstieg der osmotischen Werte nicht als Beweis für die Wasserdefizite gelten, da nur die grenzplasmolytische Konzentration bestimmt wurde. Der Zuckergehalt ist relativ hoch und erreicht bis über 10 % des Trockengewichtes. Doch dürfte die Methode nach HAGEDORN-JENSEN nicht einwandfrei sein. Der Salzgehalt ist je nach dem Standort sehr verschieden. Der Eiweißgehalt sinkt im Sommer. Dafür nehmen die Aminosäuren zu. Die für die Dürre-resistenz der Pflanzen häufig verantwortlich gemachten Pentosane nehmen im Sommer ab!

KILLIAN und FAUREL führen ihre Untersuchungen in der Sahara-wüste fort und veröffentlichen 700 kryoskopische Bestimmungen des osmotischen Wertes. Es werden untersucht: die Steppenpflanzen der

algerischen Hochfläche, die Pflanzen der Steinwüste bei Beni-Unif und der Sandwüste bei El Arfiane (150 km südlich von Biskra). Die bisherigen Ergebnisse (s. Fortschr. Bot. 5, 251) werden bestätigt. Die Werte der einzelnen Jahre können natürlich je nach der Regenmenge etwas verschieden sein. Die Zellsaftkonzentration der Dünenpflanzen ist niedrig, diejenige der Pflanzen feuchter Salzpflanzen am höchsten. Der limitierende Faktor ist hier das Salz. Leider wurden beim Boden und in den Pflanzen nur der Salzgehalt und nicht die Salzkonzentration bestimmt.

Die scharfe Scheidung zwischen Pflanzen salziger und nicht versalzener Standorte macht sich auch in der extremen Nebelwüste Namib (Südwestafrika) bemerkbar (WALTER [1, 2]). Trotz der großen Nebelhäufigkeit von bis über 200 Tagen im Jahr kommt der Nebel als Wasserspender nur dort in Frage, wo er sich an Felsen niederschlägt (interessante Sukkulentenstandorte), denn der höchste Nebelniederschlag in 24 Stunden übersteigt 0,7 mm nicht. Das stimmt gut mit Angaben von FRITSCHÉ überein, der auf Hiddensee den maximalen Nebelniederschlag zu 0,5 mm fand, wobei allerdings an Flechten sich die 2,3fache Menge gegenüber den Tauplatten niederschlagen kann. Flechten sind auch die einzigen echten Nebelpflanzen der Namib. Sonst sind die meisten Wüstenpflanzen in den Erosionsrinnen und -tälern an kapillar zurückgehaltene Grundfeuchtigkeit gebunden (auch *Welwitschia*). Wo dagegen Grundwasser nahe an die Bodenoberfläche herantritt, dort findet man üppig gedeihende Halophyten. Unter diesen speichern die sukkulenten Pflanzen Chloride, während man bei nichtsukkulenten sehr viel Sulfat im Zellsaft findet. Bei der Beurteilung des Wasserhaushaltes der Wüstenpflanzen muß man stets berücksichtigen, daß zwar die Niederschlagshöhe in diesen Gebieten sehr niedrig, die Vegetationsdichte aber noch viel geringer ist. Die einzelne Wüstenpflanze braucht deshalb in bezug auf das Wasser nicht so schlecht gestellt zu sein, wie man es meistens geneigt ist anzunehmen. Infolgedessen unterscheiden sich auch die Wüstenpflanzen in bezug auf die Hydraturverhältnisse nicht sehr wesentlich von Pflanzen feuchterer Gebiete. Nur die ausgesprochenen Halophyten feuchter Standorte besitzen hohe osmotische Werte. Die Erhöhung der Zellsaftkonzentration, die bei ihnen durch Salzaufnahme zustande kommt, braucht dabei keine nachteiligen Folgen für die Pflanze zu haben. Die *Welwitschia* ist nicht direkt als halophil zu bezeichnen. Immerhin entfallen etwa 20—25 % der osmotisch wirksamen Substanzen bei ihr auf Chloride. Der Bau des Blattes ist ausgesprochen xeromorph, die Transpiration nicht gering und die Spaltenzahl beträgt etwa 240 pro qmm (auf beiden Seiten zusammen). Sehr interessant war das Verhalten der „Regenjahrephemeren“, die nach den außergewöhnlichen Niederschlägen 1934 in der sonst vegetationslosen Namib auftraten und jetzt wieder für Jahrzehnte verschwunden sind.

Die in Südafrika durchgeführten ökologischen Untersuchungen von MES und AYMER mit einer wichtigen Grasart (*Themeda triandra*) zeigen die schon früher von HENRICI bei anderen Gräsern gefundene geringe Dürre-resistenz. Ihr Wasserhaushalt folgt passiv den Außenbedingungen. Die kutikuläre Transpiration beträgt $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ der Gesamttranspiration. Die Saugkraftbestimmungen nach WELTEN (Gewichtsmethode) ergaben gute Übereinstimmung mit den osmotischen Werten. Mit Beginn der Trockenzeit gehen die Gräser zugrunde.

Es ist unter diesen Umständen verständlich, daß in allen Trocken-gebieten die Gräser durch Überbeweiden leicht von resistenteren Zwergsträuchern verdrängt werden. In Arizona breitet sich unter diesen Verhältnissen eine Komposite *Aplopappus fruticosus* als lästiges Unkraut aus. Nach HUMPHREY keimen die Samen dieser Pflanze nur während der Winterregenzeit aus (nicht während der Sommerregenzeit!) Die Zahl der Keimlinge ist sehr groß; aber nur wenige überleben die Trockenzeit. Von 3098 Keimlingen auf 10 qm im April 1934 waren im Mai 1935 nur noch 24 am Leben. Auf unbeweideten Flächen ist die Zahl der Keimlinge geringer (Wurzelkonkurrenz der Gräser). Sehr charakteristisch ist die starke Wurzelbildung. Sproßhöhe und Wurzeltiefe betragen nach 6 Monaten 7, resp. 80 cm, nach 18 Monaten 13,5, resp. 120 cm, nach 2 Jahren 17, resp. 220 cm. Die Pflanze wird 15—20 Jahre alt.

Von größtem Interesse sind die Untersuchungen von WEAVER und ABERTSON in der amerikanischen Prärie nach den Katastrophenjahren 1934—35 (s. Fortschr. Bot. 5, 255). Die Veränderungen der Vegetationsdecke konnten an bereits früher angelegten Dauerquadraten aufs genaueste verfolgt werden. Im Gebiet der echten Prärie war der Boden 1934 bis 2 m Tiefe ausgetrocknet. Alle flachwurzelnenden Pflanzen starben ab. 1935 waren fleckenweise 10—25% der Pflanzendecke tot. Hier faßten die Keimlinge von *Koeleria cristata*, *Agropyrum Smithii* und viele Annuelle Fuß. Stellenweise war $\frac{1}{3}$ der Fläche mit *Erigeron ramosus* und *E. annuus*, sowie *Bromus secalinus* bedeckt. Noch verheerender waren die Folgen im Gebiet der gemischten Prärie, wo 1935 die furchtbaren Sandstürme auftraten. Wo die Staubschicht 2,5 cm übertraf, dort war alles tot. Im allgemeinen breiteten sich nach den Dürre-jahren die Kurzgräser auf Kosten der Langgräser aus. Dazu kamen viele rudera-le Arten.

Die Ökologie der südfranzösischen Ericaceen wird von GIROUX monographisch behandelt. Über das Verhalten der osmotischen Werte hatten wir bereits berichtet (Fortschr. Bot. 5, 251). Es zeigt sich, daß die Jahreskurven von Jahr zu Jahr sehr ähnlich sind. Kleinere Unterschiede werden durch die Witterung bedingt. Im Gegensatz zu Mitteleuropa liegt das Maximum der Zellsaftkonzentration hier im Sommer. Es werden

jetzt auch die anatomischen Verhältnisse, die Transpirationsintensität und sehr eingehend die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Zellsaftes untersucht. Dabei läßt sich feststellen, daß *Erica multiflora* morphologisch-anatomisch sich von *E. arborea* und *E. scoparia* kaum unterscheidet, ökologisch dagegen ist sie viel dürreresistenter, was mit ihrer eumediterranen Verbreitung übereinstimmt. Bei norddeutschen Ericaceen und bei *Empetrum* wurde die Transpiration von BREITSPRECHER bestimmt.

HÄRTEL sowie HOFMANN führen ökologische Studien an xerothermen Standorten bei Wien aus. Sie bestätigen die bisherigen an ähnlichen Standorten in Deutschland erhaltenen Ergebnisse. Für den Wasserhaushalt der Pflanzen ist vor allen Dingen die Wurzeltiefe maßgebend. Die Saugkraftmessungen nach URSPRUNG ergaben wiederum, daß die Werte um 11—17 at zu hoch lagen. Es fragt sich unter diesen Umständen, ob die für derartige Bestimmungen aufgewendete Zeit durch die Ergebnisse gerechtfertigt wird.

Von SCHRATZ und ARNOLD liegen weitere Arbeiten über die Beziehungen zwischen Verbreitung von Strandpflanzen und Salzkonzentration der Bodenlösung vor. Auch wurde die Salzspeicherung der Pflanzen untersucht. Charakteristisch für Halophyten ist, daß sie selbst aus Lösungen mit Spuren von NaCl sehr viel Salz aufnehmen. Sorgt man dafür, daß in Nährlösungen die Kationen in gleicher Menge vorhanden sind, so zeichnen sich nach COLLANDER die Halophyten deutlich dadurch aus, daß sie vorwiegend Na aufnehmen.

Die ausführliche Mangrovenarbeit von WALTER und STEINER ist inzwischen erschienen. Die Ergebnisse wurden bereits besprochen (Fortschr. Bot. 5, 249).

Das für unsere Nordseeküsten als Detrituslieferant, Schlicksammler und Laichplatz der Fische so wichtige Seegras (*Zostera marina*) zeigt eine noch nicht aufgeklärte Erkrankung, die 1930 zuerst in Amerika und 1931 in Frankreich beobachtet wurde. 1934 waren bei uns weite Seegraswiesen abgestorben und stellenweise eine Bodendecke von 5 cm abgespült (WOHLENBERG).

Eine praktische Anwendung haben die ökologischen Untersuchungsmethoden über den Wasserhaushalt durch PIONNIER und SCHWEIZER erfahren. PIONNIER untersucht 4 verschieden dürreresistente Weizensorten in Nordafrika. Der Wassergehalt des Bodens beträgt während der Vegetationszeit (Dezember—Mai) über 20%, die Bodensaugkraft (kryoskopisch) liegt unter 5 at. Infolge der Trockenheit während der Reife (Juni—Juli) fallen eine Reihe von Ähren aus. Die Trockenschäden sind um so kleiner, je geringer der Quotient K_1 (osmotischer Wert der Sprosse zu demjenigen der Wurzel) oder K_2 (osmotischer Werte der Sprosse, zu demjenigen der Sprosse bei voller Wassersättigung, wobei letzterer nachts fast immer erreicht wird) ist:

Sorte	Hedba Batua	Mazonga	Mahon II	Pusa-Fl. 380
K_1	2,167	2,183	2,834	3,099
K_2	1,056	1,127	1,255	1,333
Trockenschäden	19 %	23 %	30 %	36,5 %

Die absolute Höhe der Ernte ist um so größer, ein je längerer Zeitraum zwischen Bestockung und der Ausbildung der Ähren liegt.

SCHWEIZER führt osmotische Untersuchungen nach der kryoskopischen Methode an einem großen Klonenmaterial von *Coffea* in Java durch. Er findet sehr enge Beziehungen zwischen osmotischem Wert und Blühfähigkeit. Nur wenn ein bestimmter Wert erreicht ist, werden Blüten angelegt. Im feuchten Klima, in dem eine Erhöhung der Zellsaftkonzentration ausbleibt, kommt es deshalb nicht zum normalen Blühen. Während der abnormen Trockenzeit 1935 konnte Verfasser das osmotische Beharrungsvermögen bei verschiedenen Sorten und die maximalen Grenzwerte bestimmen. Die Assimilation wird nach der verbesserten Blatthälftenmethode untersucht. Die Tageskurven sind ein- oder zweigipfelig. Bei ansteigendem osmotischem Wert werden die Assimilationskurven flacher und flacher. Blätter, die bei bis vierfach erhöhtem osmotischem Wert schon Dürreschäden aufweisen, assimilieren 24 Stunden nach einem Regen wieder positiv. Ganz andere Verhältnisse weisen die stenohydre *Hevea* und die sukkulente *Sisalagave* auf.

5. Vegetationskunde. a) *Allgemeines.* Das klassische Werk von GRADMANN „Pflanzenleben der Schwäbischen Alb“ ist in Neuauflage erschienen. In seinem Aufbau ist das für einen weiteren Kreis bestimmte Buch im wesentlichen unverändert geblieben. Eine zusammenfassende Darstellung erfährt die Steppenheidetheorie. Als volkstümliche Einführung in die Ökologie der Pflanzengesellschaften ist auch die Veröffentlichung von FILZER (2) gedacht.

HUECKS Pflanzengeographie Deutschlands ist jetzt abgeschlossen. Die Vegetation von Rußland wird sowohl von BUSCH als auch von ALECHIN behandelt.

Eine vorbildliche ökologisch-soziologische Bearbeitung hat der immergrüne Eichenwald (*Quercion ilicis*) des Mittelmeergebietes durch BRAUN-BLANQUET erfahren. Die beschreibenden soziologischen Methoden sind mit experimentell ökologischen Untersuchungen aufs glücklichste verknüpft und vermitteln uns ein anschauliches Bild von den natürlichen und derzeitigen Verhältnissen in Südfrankreich. Es wird das *Quercetum ilicis* mit seinen Fazies, geographischen Varianten, Subassoziationen und Degradationsstadien durch Feuer und Beweidung eingehend behandelt. Eine Karte der Klimaxgesellschaften des westlichen Mittelmeergebietes gibt eine Übersicht über die geographische Verbreitung. In Südwestspanien, Marokko und Algier gehört die unterste Stufe schon der *Olea-Ceratonia*-Klimaxgesellschaft an. Das Bodenprofil des

Quercetum ilicis ist die Roterde, die im Gegensatz zu Lateriten noch viel SiO_2 enthält. Auch ist der Kalk nicht vollständig ausgewaschen. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch bei uns die wichtigsten Waldgesellschaften eine ähnliche monographische Bearbeitung fänden. Sie sind sicher fruchtbringender als detaillierte rein beschreibende Gebietsmonographien.

Die Höhenstufen der Apenninenhalbinsel behandelt LÜDI (1). Über dem *Quercus ilex*-Klimaxgebiet beginnt das *Quercus pubescens*-Klimaxgebiet und noch höher das ganz an Mitteleuropa erinnernde *Fagus sylvatica*-Klimaxgebiet. Die höchsten Gipfel ragen in die alpine Stufe herein. Eine Übersichtskarte zeigt, daß der größte Teil des Gebietes der *Quercus pubescens*-Stufe angehört, die auch die Poebene umfaßt. Rein mediterran ist im Gegensatz zum Apennin die Höhenstufengliederung in den marokkanischen Gebirgen (EMBERGER).

Aber auch innerhalb eines kleineren Gebietes, wie z. B. der Ostalpen, kann man keine allgemeine Höhenstufenfolge angeben. SCHARFETTER unterscheidet eine nördliche und südliche Laubwaldrandzone, in der reine Buchenwälder vorkommen, eine Mischwaldzone mit Buche und Fichte in natürlichen Mischbeständen und eine Nadelwaldinnenzone, in der die Buche ganz fehlt. Über der Baumgrenze ist die Ericaceenstufe um so breiter, je ozeanischer das Klima ist. In den kontinentalen Teilen dagegen suchen wir sie vergebens. Infolge der Klimaschwankungen in der Postglazialzeit sind die Grenzen nirgends scharf. Überall kommen Reliktbestände vor.

WERTH versucht „eine Ehrenrettung der nordwestdeutschen Heide als selbständige natürliche Pflanzenformation auf Grund ihrer klaren klimatischen und floristischen Umgrenzung“ durchzusetzen. Er scheint ihr in Seenähe die Eigenschaften einer Klimaxgesellschaft zuschreiben zu wollen. Doch ist die Beweisführung auf Grund der klimatischen Bedingtheit durchaus nicht zwingend, denn selbst reine Kulturformationen (Weinbau, Ölbaumkultur) sind meist streng klimatisch umgrenzt. Die Entwicklung der Heide wird durch das ozeanische Klima sicher stark begünstigt, trotzdem kann sie ihre weite Verbreitung den Eingriffen des Menschen verdanken. Diese Einwirkung des Menschen wird wohl selbst von TÜXEN und DIEMONT zu gering eingeschätzt, obgleich sie dauernd auf Degradationsstadien hinweisen. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die von ihnen als Klimaxgesellschaft angesprochenen Waldbestände in Westfrankreich auch durch jahrhundertlange Nutzung bedingte, degradierte Waldgesellschaften darstellen. Die im Gebiete vorkommenden Buchenwälder werden als gepflanzt bezeichnet, ohne daß dafür ein bestimmter Anhaltspunkt vorliegt (Aktenstudien). Es ist durchaus unwahrscheinlich, daß die auf Kalk vorkommenden Buchenwälder allein unter der Einwirkung des Klimas degradieren und durch azidiphile Gesellschaften verdrängt werden. Denn eine solche klimatische Degradation sollte man in besonders hohem Maße im perhumiden tropischen

Regenwaldgebiet erwarten. Wie aber WALTER (3) ausführt, ist das durchaus nicht der Fall. Die üppigen Wälder stocken auf einem stark sauren und sehr nährstoffarmen Boden, ohne Anzeichen einer Degradation zu zeigen. Der für das Wachstum des Waldbestandes notwendige Nährstoffvorrat ist unter natürlichen Verhältnissen in der lebenden Pflanzenmasse selbst enthalten und befindet sich in ständigem Kreislauf. Eine Auslaugung des Bodens kommt schon deshalb nicht in Frage, weil in ihm praktisch nichts enthalten ist. Bei der Rodung dagegen werden die in der verbrannten oder vermodernden Pflanzenmasse enthaltenen Nährstoffe zum größten Teil ausgeschwemmt, wodurch eine Regeneration des primären Urwaldes unmöglich wird. An seine Stelle treten degradierte Waldgesellschaften. Diese Verhältnisse gelten im abgeschwächten Maße auch für Mitteleuropa. Wälder, die den ursprünglichen Klimaxgesellschaften einigermaßen ähneln, sind deshalb wahrscheinlich nur auf nährstoffreichsten Böden zu erwarten, und das sind die Humuskarbonatböden.

Einen Beitrag zur experimentellen Soziologie, die bei uns leider im Gegensatz zu Nordamerika nur wenig gepflegt wird, liefert LÜDI (2). Auf einer seit 1927 nicht genutzten Borstgrasheide des Alpengartens auf der Schinigeplatte bei Interlaken wurden Dauerquadrate ausgelegt und eine Reihe von Jahren hindurch die Veränderung der Vegetation verfolgt, die nach bestimmten Eingriffen eintrat. Bleibt die Fläche unbeeinflusst, so gehen *Nardus* und die azidiphilen Arten zurück. Es ist eine Entwicklung zur Frischwiese zu beobachten. Nach ständigem Mähen (entspricht der Beweidung) tritt keine Veränderung ein. Bei Volldüngung ohne Kalk entwickeln sich anspruchsvolle Arten, die die anderen völlig unterdrücken. Nach Kalkung macht sich dieselbe Entwicklung bemerkbar nur in geringerem Maße (Mobilisierung der Nährstoffe des Bodens). Entfernt man den Rasen vollständig und sät verschiedene Rasengemische aus, so entwickelt sich doch nur ein Typus der Frischwiese. *Nardus* kommt selbst bei Aussaat nicht auf. Ähnliche Versuche wurden im *Festucetum rubrae commutatae* und im *Seslerieto-Semperviretum* ausgeführt. In letzterem Falle entwickelte sich bei verschiedenen Aussaaten stets ein Trockenrasen. Die Versuche zeigten, daß das *Nardetum* ein Degradationsstadium vom *Festucetum* infolge der Nutzung (Beweidung) ist. Durch Düngung kann man die Bildung des *Nardetums* verhindern und sogar rückgängig machen.

Den Versuch einer objektiven ökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften auf Grund der sie zusammensetzenden biologischen Pflanzentypen macht IVERSEN. Er ermittelt zunächst die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten und unterscheidet außer den RAUNKIAERschen Lebensformen noch bestimmte Typen nach den Ansprüchen in bezug auf den Wasserfaktor, die Bodenfeuchtigkeit und die Versalzung. Für die Feststellung der Xeromorphie wird das Verhalten der Blätter nach Aufheben des Turgordruckes durch Abtöten mit heißem Wasser-

dampf benützt (unverändert = xeromorph, ganz schlaff = hygromorph, Mittelstellung = mesomorph). Der Anteil der einzelnen Typen bei den einzelnen Gesellschaften wird zahlenmäßig erfaßt. Wie sich Verfasser die praktische Durchführung seiner Methode denkt, zeigt er an zahlreichen Beispielen von Pflanzengesellschaften Norddänemarks.

In einer sehr eingehenden Arbeit werden die Fichtenwälder Württembergs von SCHMID und v. GAISBERG behandelt. Es werden die Boden-

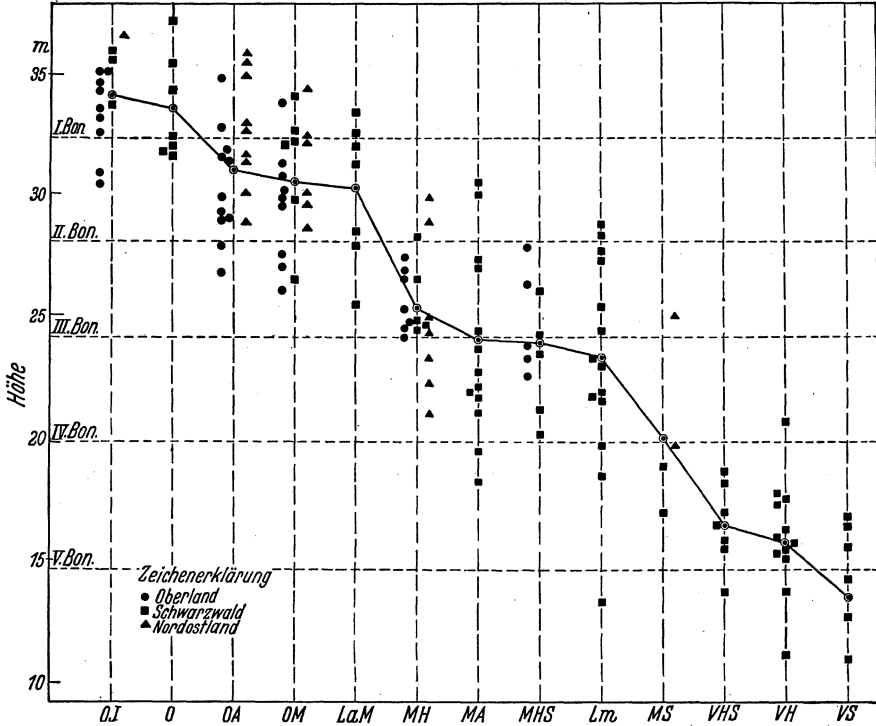


Abb. 36. Bodenvegetationstypen und Höhenwuchsleistungen der Fichte im Alter. (Nach SCHMID u. von GAISBERG.) Es bedeutet: O.I Oxalis-*Impatiens*-Typ, O Oxalis-Typ, OA Oxalis-*Asperula*-Typ, OM Oxalis-*Myrtillus*-Typ, LaM *Luzula-albida*-*Myrtillus*-Typ, MH *Myrtillus*-*Hylocomium*-Typ, MA *Myrtillus*-*Aspidium*-Typ, MHS *Myrtillus*-*Hylocomium*-*Sphagnum*-Typ, Lm *Luzula-maxima*-Typ, MS *Myrtillus*-*Sphagnum*-Typ, VHS *Vaccinium-vitis-idaea*-*Hylocomium*-*Sphagnum*-Typ, VH *Vaccinium*-*Hylocomium*-Typ, VS *Vaccinium*-*Sphagnum*-Typ.

vegetationstypen sowohl der natürlichen Bestände im Schwarzwald als auch der künstlichen Fichtenanpflanzungen untersucht. Sie zeigen bestimmte Beziehungen zu den Bodentypen. Nach dem Grade der Versauerung und der Bleichung des Bodens lassen sich 2 Reihen aufstellen, von denen die eine zur Vernässung, die andere zur Trockenheit neigt. Ausschlaggebend für die Bodenvegetation ist die Beschaffenheit der oberen Bodenschichten, aber gerade diese wird ja durch die Fichte selbst bei künstlichem Einbringen stark beeinflusst, so daß auch in künstlichen Beständen ziemlich rasch die Charakterarten des Fichtenwaldes auftreten. Wie Abb. 36 zeigt, können die Bodenvegetationstypen auch als

gute Weiser für die Fichtenertragsleistung benutzt werden. Bei den einzelnen Typen liegen die Schwankungen innerhalb von zwei Bonitäten.

b) *Spezielle Pflanzensoziologie*: Die Pflanzengesellschaften des Oberrheingebiets behandelt OBERDORFER. HAUFF beschreibt das Gebiet der „Rauhen Wiese“ in der Ostalb, das sich trotz der Juraunterlage durch azidiphile Gesellschaften und einen stark subatlantischen Floreneinschlag auszeichnet. Die reinen Kalkgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Wälder hat FABER im Schwäbisch-Fränkischen Stufenland bearbeitet. KLIKA (1) gibt eine Erläuterung zur vegetationskundlichen Karte des Lobosch (Böhmisches Mittelgebirge) mit mehr-xerothermer Pflanzenwelt, während LANGENDONCK die ganz atlantischen Gesellschaften in Flandern behandelt.

Von Waldgesellschaften untersucht STEFFEN die Eichenwälder Ostpreußens. Er schließt sich methodisch leider nicht an die in Mitteleuropa übliche Arbeitsweise an, so daß ein Vergleich seiner Assoziationen mit denen aus anderen Teilen Deutschlands beschriebenen sehr erschwert ist. KLIKA (2) beschreibt die Waldgesellschaften der Westkarpathen, DZIUBALTOWSKI und KOBENDZA die Wälder der mittelpolnischen Gebirge. KATZ (1) zählt die wichtigsten Waldtypen des Südwestkavkasus auf, indem er sie nach den vorherrschenden Arten unterscheidet.

Die Sukzessionen auf den Flußalluvionen der Westkarpathen beginnen nach KLIKA (3) mit Initialstadien von *Agrostis tenuis*, *Juncus bufonius*, resp. *Tussilago farfara* mit *Poa compressa* und führen über die *Myricaria-Epilobium Dodonaei*-Assoziationen und ein Weidenstadium zu Kiefernwäldern (grobe Böden), resp. zum *Alnetum incanae* (feinkörnige Böden). Die amphibischen Moosgesellschaften an den Ufermauern der Linth beschreibt KOCH.

Pflanzenlisten verschiedener Wiesengesellschaften aus Litauen bringt REGEL, sowie DAGYS. Letzterer unterscheidet vor allen Dingen die verschiedenen Soziationen. Über die Quellfluren, Flach- und Hochmoore in Schwyz in 800—1971 m Höhe berichtet HÖHN. R. und M. BOUILLENNE untersuchen die Beschaffenheit des Wassers einiger Hochmoore in Belgien, das zum Teil aus Quellen, zum Teil von Niederschlägen stammt. Das stark ozeanisch gefärbte *Cicendietum* beschreibt MARECHAL. Die Makro- und Mikroflora einer verlandeten Bucht bei Hirschberg (Böhmen) behandelt MATTAUCH. Eine Übersicht über die Moorbildung im europäischen Rußland gibt KATZ (2). Er teilt dabei das Gebiet von der nördlichsten Tundra bis zu der Steppe im Süden in 8 Zonen ein. Für jede Zone sind bestimmte Moortypen bezeichnend.

Eine Gliederung der Trockenrasengesellschaften (*Brometalia*) bringt BRAUN-BLANQUET. Er teilt diese Ordnung in einen mitteleuropäischen Verband (*Bromion erecti*), dessen Charakterarten dem atlantisch-mediterranen Elemente angehören und in einen kontinentaleren (*Festu-*

cion vallesiaca), dessen Charakterarten dem sarmatisch-pontischen Elemente zuzuzählen sind. Im trockenen Vintschgau kommen drei Assoziationen vor, die dem letzteren Verbands angehören. Sie verdanken ihre Verbreitung den Einwirkungen des Menschen und gehen, sich selbst überlassen, in einen Flaumeichenwald über.

Über die Dynamik der Brandflächenvegetation des Karwendels berichtet GRABHERR, wobei er 4 Wirkungsgrade der Brände unterscheidet. Interessante Beobachtungen über die Besiedelung von Auffüllplätzen und die dabei auftretenden Ruderalgesellschaften macht KREH.

Die Besiedelung von nährstoffarmen Sandsteinfelsen und Sandböden durch Flechten schildert ANDERS, die Flechtenvegetation des Lubliner Hügellandes (Polen) SULMA. Von den Rindenflechten der Alpen bringt GAMS schöne Vegetationsaufnahmen.

PAWLOWSKI zeigt, daß die Klimaxgesellschaft in der alpinen Stufe der Karpathen das *Trifido-Distichetum* sich sehr wohl auf Kalkgesteinsuntergrund einstellen kann, was bisher bezweifelt wurde. Die Borstgraswiesen im Bückgebirge (Ungarn) behandelt ZÓLYOMI.

Von außereuropäischen Arbeiten seien folgende genannt: Die Waldtypen von Arkansas (TURNER) und Indiana (POTZGER), die genauen Bestandsaufnahmen eines ursprünglichen Buchen-Ahorn-Klimaxwaldes in Michigan (CAIN). Die Vegetation der Patagonischen Zentralkordillere schildert DONAT. HANDEL-MAZETTI veröffentlicht Vegetationsbilder aus dem Hochland und Hochgebirge von Yünnan und Südwest-Setschwan (Südostasien). Aus Australien liegt die Arbeit von OSBORNE, WOOD und PALTRIDGE über das Klima und die Vegetation des Koonamore-Schutzgebietes vor. Es handelt sich hier um ein arides Gebiet, in dem infolge der Schafzucht die ursprüngliche Vegetation fast völlig vernichtet war. Das Gebiet ist etwa 500 ha groß. Die Niederschläge betragen im Mittel etwas über 200 mm und sind relativ gleichmäßig über das ganze Jahr hindurch verteilt mit einem gewissen Maximum während der kühlen Jahreszeit. Eine Reihe von Dauerquadraten wurde 6 Jahre hindurch beobachtet. Die Wiederausbreitung der ausdauernden Pflanzen geht äußerst langsam vor sich, weil die Bodenverhältnisse durch die Beweidung sehr ungünstig für Keimpflanzen geworden sind. Letztere werden durch Dürrejahre stark gehemmt. Kaninchen verhindern fast vollkommen die Verjüngung von Holzpflanzen. Unter den Therophyten kann man Sommerannuelle und Winterannuelle unterscheiden. Unter den Bodenpflanzen spielen die Flechten (*Acarospora*) eine bedeutende Rolle.

Literatur.

- ALECHIN, W.: Grundlagen der Pflanzengeographie, Teil IV. 1936 (russ.). — ANDERS, J.: Bot. Zbl., Abt. B 55 (Beih.), 159 (1936). — APINIS, A., u. L. LACIS: Acta Hort. bot. Univ. latv. 1934/35, IX/X. — ARNOLD, A.: J. Bot. 83, 105 (1936).

BERGER-LANDEFELDT, U.: *Bibl. Bot.* 1936, Heft 115. — BOUILLENNE, R. u. M.: *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.* 18, 41 (1936). — BRAUN-BLANQUET, J.: (1) *Comm. Nr 45, Sigma* (1936). — (2) *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 169 (1936). — BREITSPRECHER, G.: *Dissert., Greifswald* 1935. — BUSCH, N. A.: *Botanisch-geographische Übersicht des europäischen Rußlands und des Kaukasus.* 1936 (russ.).

CAIN, S. A.: *Ecology* 16, 500 (1935). — CARTELLIERI, E.: *J. Bot.* 82, 460 (1935/36). — COLLANDER, R.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 55, 74 (1937).

DAGYS, J.: *V. D. Univ. Mat. Gamtos Fak. Darbai, Kaunas* 11, 18 (1936). — DONAT, A.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 27 (1936). — DZIUBALOWSKI, S., u. R. KOBENDZA: *Acta Soc. bot. Polon.* 11 Suppl., 217 (1934).

EMBERGER, L.: *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 614 (1936).

FABER, A.: *Vers.-Ber. 1936 der Landesgr. Württ. d. dtsh. Forstver.* — FILZER, P.: (1) *Bot. Zbl., Abt. B* 55 (Beih.), 300 (1936). — (2) *Pflanzengemeinschaft und Umwelt.* 1936. — FRITZSCHE, G.: *Bioklim. Beibl.* 1934, 66.

GAMS, H.: *Veg. Bilder* 25, H. 1 (1936). — GIROUX, I.: *Comm. Nr 47, Sigma* (1936). — GRABHERR, W.: *Bot. Zbl., Abt. B* 55 (Beih.), 1 (1936). — GRADMANN, R.: *Pflanzenleben der Schwäbischen Alb.* 1936.

HANDEL-MAZETTI, H.: *Veg. Bilder* 25, H. 2 (1937). — HÄRTEL, O.: *J. Bot.* 83, 1 (1936). — HAUFF, R.: *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ.* 91 IV, 78 (1936). — HOFFMANN, K.: *Bot. Zbl., Abt. A* 55 (Beih.), 212 (1936). — HÖHN, W.: *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 365 (1936). — HOLDHEIDE, W., B. HUBER u. O. STOCKER: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 168 (1936). — HUECK, K.: *Pflanzengeographie Deutschlands.* 1936. — HUMPHREY, R. R.: *Ecology* 18, 1 (1937).

IKENBERRY, G. J.: *Amer. J. Bot.* 23, 271 (1936). — ILJIN, W. S.: *Bot. Zbl., Abt. A* 54 (Beih.), 569 (1936). — IVERSEN, J.: *Dissert., Kopenhagen* 1936.

KATZ, N. J.: (1) *Semlewedenie* 38, 247 (1936) (russ.). — (2) *J. Bot. USSR.* 21, 293, 431 (1936). — KILLIAN, C., u. L. FAUREL: *Ann. de Physiol.* 12, 859 (1936). — KLIKA, J.: (1) *Bot. Zbl., Abt. B* 54 (Beih.), 489 (1936). — (2) *Ebenda* 55 (Beih.), 373 (1936). — (3) *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 248 (1936). — KOCH, W.: *Ebenda* 46, 355 (1936). — KOKINA, S. J.: *Leningrad* 1932 (russ.). — KREH, W.: *Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württ.* 91, 59 (1936).

LANGENDONCK, H. J.: *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.* 18, 117 (1935). — LANGLET, O.: (1) *Medd. Stat. Skogsförsökstän. H.* 28, 299 (1935). — (2) *Ebenda* H. 29, 219 (1936). — LAURS, L.: *Mitt. Forstwirtsch. u. Forstver.* 1935, 447. — LINKOLA, K., u. A. TIIRIKKA: *Ann. bot. Soc. zool.-bot. Fennicae Vanamo* 6, Nr 6 (1936). — LÜDI, W.: (1) *Veröff. geobot. Inst. Rüb. H.* 12, 212 (1935). — (2) *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 632 (1936).

MATTAUCH, F.: *Bot. Zbl., Abt. B* 54 (Beih.), 377 (1936). — MARECHAL, A.: *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.* 18, 104 (1936). — MES, M. G., u. K. M. AYMER-AINSLIE: *S. A. J. of Sci.* 32, 280 (1935). — MONTFORT, C.: *J. Bot.* 84, 1 (1936).

OBERDORFER, E.: *Naturwiss. Beitr. S. W. D.* 1, 49 (1936). — OSBORN, T. G. B., J. G. WOOD u. T. B. PALTRIDGE: *Linn. Soc. New South Wales* 1x, 392 (1935).

PAVLYCHENKO, T. K.: *Ecology* 18, 62 (1937). — PAWLOWSKI, B.: *Bull. Acad. Polon. Sci. et Lettres, Ser. B* 1935, 115. — PIONNIER, H.: *Univ. d'Alger, Fac. d. Sci.* 1937, Nr 1. — POTZER, J. E.: *Amer. Midl. Naturalist* 15, 567 (1934).

REGEL, C.: *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 190 (1936). — ROHWEDER, H.: *Bot. Zbl., Abt. A* 54 (Beih.), 507 (1936).

SALISBURY, E. J.: *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 1 (1936). — SCHARFETTER, R.: *Ber. schweiz. bot. Ges.* 42, 52 (1936). — SCHMID, H., u. E. VON GAISBERG: *Mitt. württ. forstl. Versuchsstat.* 1936, H. 1. — SCHMIDT, E.: *Tharandter forstl. Jb.* 87, 1 (1936). — SCHRATZ, E.: *J. Bot.* 83, 133 (1936). — SCHWEIZER, J.: *Handel. 7. Ned.-Ind. Naturwet. Congres* 1936, 436. — SEYBOLD, A.: *J. Bot.* 82, 741 (1936). — SIMONIS, W.: *Jb. Bot.* 83, 191 (1936). — SPINNER, H.: *Ber. schweiz. bot. Ges.* 46, 12 (1936). — STÄLFELT, M. G.: *Sv. Skogsvårdsför. Tidskr.* 1935, 149.

— STEFFEN, H.: Bot. Zbl., Abt. B 55 (Beih.), 182 (1936). — STREMMER, H.: Peterm. Mitt. 1936, Erg.-H. Nr 226. — SULMA, T.: Bull. Acad. Polon. Sci. et Lettres, Ser. B₁ 1935, 77.

TURNER, L. M.: Amer. Midl. Naturalist 16, 417 (1935). — TÜXEN, R., u. H. DIEMONT: Mitt. naturwiss. Ver. Osnabrück 23, 131 (1936).

VARESCHI, V.: Ber. schweiz. bot. Ges. 46, 445 (1936).

WALTER, H.: (1) Ber. dtsh. bot. Ges. 54, 39 (1936). — (2) Jb. Bot. 84, 58 (1936). — (3) Silva 24, 201, 209 (1936). — WALTER, H., u. M. STEINER: Z. Bot. 30, 65 (1936). — WEAVER, J. E., u. F. W. ABERTSON: Ecology 17, 567 (1936). — WERTH, E.: Ber. dtsh. bot. Ges. 53, 857 (1935). — WOHLBERG, E.: Nordelbingen 11, 1 (1935).

ZELLER, A.: Bot. Zbl., Abt. A 54 (Beih.), 19 (1935). — ZOLYOMI, B.: Acta geobot. Hung. 1, 180 (1936).

D. Physiologie der Organbildung.

14. Wachstum und Bewegung.

Von HERMANN VON GUTTENBERG, Rostock i. M.

I. Wuchsstoff und Wachstum.

Aus der rapide anwachsenden Wuchsstoffliteratur sollen im folgenden nur jene Arbeiten genannt werden, deren Gegenüberstellung zur Klärung der einzelnen Teilprobleme beiträgt.

Eine besonders große Anzahl von Arbeiten behandelt das *Wurzelproblem*.

Wie aus den Referaten der Vorjahre hervorgeht, wird im allgemeinen angenommen, daß die Wurzel in ihrer Spitze Auxin produziert, daß dieses oder auch künstlich zugeführter Wuchsstoff ihr Längenwachstum hemmt, nicht aber ihr Dickenwachstum, das verfrüht einsetzt und gefördert erscheint. Trifft dies zu, so ergibt sich auch eine einfache Erklärung des positiven Geotropismus der Wurzel. Sie erfährt durch den Einfluß der Schwerkraft eine Querpolarisierung, die dazu führt, daß der Wuchsstoff auf der Unterseite zu-, auf der Oberseite abnimmt. Das muß dann eine positive Krümmung bewirken. Es fehlte aber auch nicht an Stimmen, die die Notwendigkeit des Wuchsstoffes für das Wurzelwachstum ganz leugneten; auch sind noch viele Einzelfragen strittig. Inwieweit neue Beobachtungen hier Klarheit bringen, sei im folgenden kurz besprochen.

Für die *Spitzenproduktion* bringt BOYSEN-JENSEN neue Argumente. Er zeigt, daß die durch Extraktion zu erzielende einmalige Ausbeute gering ist, mit Dextroseagar läßt sich in 20 Stunden eine 20 mal so große Menge abfangen. Das spricht deutlich für eine Eigenproduktion der Spitze und gegen die Annahme, daß der Wuchsstoff der Wurzelspitze von der Basis zugeleitet wird. Im Vorjahre habe ich über ein entgegengesetztes Resultat THIMANNS berichtet. Die Angaben BOYSEN-JENSENS werden aber durch weitere Untersuchungen gestützt. So findet auch VAN RAALTE Anreicherung an Wuchsstoff bei längerem Verweilen von *Faba*-Wurzelspitzen auf Dextroseagar, ebenso NAGAO für *Helianthus*, *Cucurbita*, *Lupinus*, *Pisum*. Den Gegensatz zu THIMANN glaubt NAGAO dadurch erklären zu können, daß die Diffusion nur mit 2—4 mm langen Spitzenstücken gelingt, während THIMANN längere verwendet hatte. Beide Autoren treten somit wie BOYSEN-JENSEN für apikale Eigenproduktion und basipetale Leitung des Wuchsstoffes ein. FABER gewinnt mit der Dextroseagarmethode Wuchsstoff, aus den Wurzelspitzen von *Vicia Faba*, *Lupinus albus*, *Pisum sativum*, *Zea Mays* und

Helianthus annuus in Konzentrationen, die einen deutlichen *Avena*-Effekt geben. Sehr gering ist dieser bei *Avena*-Wurzeln selbst, bei *Agrostemma Githago* und *Lepidium sativum* bleibt er ganz aus. Die Ergebnisse für *Pisum* und *Avena* stehen im Widerspruch zu neuen Angaben THIMANNS (1), der aus *Pisum*-Wurzelspitzen viel weniger Wuchsstoff erhielt als aus solchen von *Avena*, was vielleicht daran liegt, daß er mit seiner Extraktionsmethode arbeitete. BOYSEN-JENSEN bringt noch einen weiteren Beweis für die Spitzenproduktion. Schneidet man bei *Vicia Faba* die beiden Spitzenmillimeter ab, so enthalten die folgenden 4 mm noch beträchtliche Wuchsstoffmengen. Nach 5 Stunden ist diese Menge auf $\frac{1}{3}$ gesunken, nach 19 und 49 Stunden sind nur noch Spuren nachzuweisen. Würde ein Wuchsstoffnachschieb von der Basis her erfolgen, so müßte es ganz im Gegenteil zu einer Häufung an der Schnittfläche kommen.

FIEDLER gelang es nicht, aus Maiswurzelspitzen mit Hilfe der Extraktionsmethode Wuchsstoff zu gewinnen, wohl aber mit Dextroseagar. Werden indessen abgeschnittene Wurzeln isoliert kultiviert, so ergeben ihre Spitzendiffusate beim *Avena*-Test keine Krümmung, obwohl sie starkes Wachstum zeigen. Dasselbe gilt für *Pisum*, hier auch beim Extraktionsverfahren. FIEDLER kontrolliert nun den Wuchsstoffverlust isolierter Wurzeln in seinem zeitlichen Verlauf und findet, daß nach 24 Stunden nur mehr sehr wenig, nach 48 und 72 Stunden gar kein Wuchsstoff mehr im *Avena*-Test nachzuweisen ist. Es bestehen nunmehr die beiden Möglichkeiten, daß der Wuchsstoff während des Wachstums verbraucht wird, oder daß er zur basalen Schnittfläche wandert und hier durch Oxydasen zerstört wird. Zur Entscheidung der Frage wurde die zonale Wuchsstoffverteilung an abgeschnittenen *Faba*-Wurzeln studiert. 2 cm lange Wurzeln wurden quer halbiert: das Spitzenstück ergab einen Wuchsstoffextrakt, der auf *Avena* stark wirkte (23°), das basale Stück einen noch etwas wirksameren (27°). Zwei Stunden isoliert gehaltene Wurzeln zeigten das Verhältnis 14° : 25°, 4½ Stunden isolierte Wurzeln 10° : 14°. Es nimmt also der Gesamtwuchsstoffgehalt ab, dabei viel rapider im Spitzenteil als in der Basiszone. FIEDLER schließt aus diesem Versuch, daß der Wuchsstoff basipetal wandert und an der Schnittfläche oxydativ zerstört wird. Eine Stütze findet diese Erklärung darin, daß Wurzelspitzen, die an der basalen Schnittfläche mit Lanolin bedeckt werden, nach 5 Stunden den gleichen Wuchsstoffgehalt zeigen wie nicht-abgeschnittene Kontrollen. Leider fehlt hier eine getrennte Bestimmung für die Spitze und Basis, an dieser müßte sich der Wuchsstoff häufen, da er nicht mehr weiter fließen kann und auch nicht zerstört wird. Die wichtigste Feststellung FIEDLERS ist zweifellos die nachgewiesene Abnahme des Wuchsstoffes in der Spitze bis zu seinem angeblichen völligen Schwund. Den Gegensatz zwischen seinen Befunden und denen von BOYSEN-JENSEN und NAGAO sucht FIEDLER folgendermaßen zu klären:

es könnte die reichlichere Gewinnung von Wuchsstoff durch Dextroseagar gegenüber der Extraktion dadurch verursacht sein, daß mit dieser nicht aller vorhandene Wuchsstoff frei gemacht werde. Dies ist aber nach den vorliegenden Erfahrungen recht unwahrscheinlich. Den Einwand, daß die Wuchsstoffproduktion in isoliert kultivierten Wurzeln deshalb aufhöre, weil anormale Verhältnisse herrschen, weist FIEDLER zurück, indem er darauf hinweist, daß die Wurzeln weiter wachsen und sich noch geotrop krümmen. Dies allein beweist freilich noch nicht, daß sie in allem „normal“ sind, sondern eben nur, daß die genannten Funktionen noch erhalten bleiben. FIEDLER kommt auf Grund der von ihm beobachteten Tatsachen zu der Überzeugung, daß der Wuchsstoff im Samen gebildet wird und von hier aus akropetal durch die Wurzel wandert; andererseits nimmt er, wie früher ausgeführt, auch basipetalen Transport an, somit Wanderung nach beiden Richtungen. Da die Spitze nach FIEDLER keine Eigenproduktion besitzt, müßte somit, was der Autor selbst nicht sagt, der Wuchsstoff an der Spitze umkehren. Das wäre wohl nur dann verständlich, wenn er auf Hin- und Rückweg auf verschiedenen Wegen flösse oder in zwei Modifikationen von verschiedener Wirksamkeit. FIEDLER kommt zu dem Schlusse, daß die Wurzel auch ohne Auxin wachse und diesem hier höchstens eine regulatorische Bedeutung zukomme. Darüber und über FIEDLERS Schlüsse, die den Geotropismus betreffen, wird später noch zu sprechen sein. Vorerst sei nur folgendes bemerkt: FIEDLER hat wohl bewiesen, daß der Wuchsstoff in den Spitzen isoliert gezogener Wurzeln abnimmt und basalwärts zerstört wird, nicht aber, daß er den Spitzen ganz fehlt. Er hat nämlich nur den *Avena*-Test herangezogen, der bekanntlich darin besteht, daß auf dekapitierte Koleoptilen einseitig der zu prüfende Wuchsstoffagar aufgesetzt wird. Wir wissen aber, daß dieser Test versagt, wenn es sich um minimale Wuchsstoffmengen handelt, und daß es feinere Tests gibt, so den von WENT beschriebenen *Pisum*-Test (Verringerung des Spreizwinkels apikal gespaltener *Pisum*-Epikotyle) und einen neuerdings von SÖDING eingeführten *Cephalaria*-Test. Über diese Tests soll anschließend kurz berichtet werden. Vorläufig besteht jedenfalls noch die Möglichkeit, daß sich mit feineren Testmethoden auch in den Spitzen isoliert wachsender Wurzeln Wuchsstoff nachweisen läßt.

SÖDING (1) kam zum sog. *Cephalaria*-Test dadurch, daß er Pflanzen fand, aus denen kein im *Avena*-Test wirksamer Wuchsstoff zu gewinnen war. Dazu gehören *Cephalaria tatarica* und *C. alpina* selbst, ferner *Symphoricarpus racemosus* und *Cyclamen persicum*. Das Versagen des *Avena*-Testes konnte qualitative oder quantitative Ursachen haben, die erste Möglichkeit hätte auf die Existenz von artspezifischen Wuchsstoffen hingewiesen. SÖDING probte nun die genannten Pflanzen nach einer passenden Methode an *Cephalaria*-Hypokotylen aus und fand sie hier alle wirksam. Um volle Klarheit zu gewinnen, wurde der Effekt verschiedener Heteroauxinkonzentrationen auf *Avena* und *Cephalaria* studiert. Bei *Avena* erfolgt der Anstieg der Krümmungswinkel mit steigender Konzentration in einer

S-förmigen Kurve. Schwächste Konzentrationen sind wirkungslos, es folgt ein langsames, dann ein rasches Ansteigen, schließlich Winkelkonstanz. Proportionalität herrscht nur in einem bestimmten Konzentrationsbereich. *Cephalaria* reagiert schon auf die für *Avena* unterschweligen Konzentrationen und kann bis zu 80mal empfindlicher sein. Aus der Untersuchung ergibt sich, daß auch die genannten Pflanzen das normale Auxin, nur in viel niedriger Konzentration, besitzen. Wichtig ist auch (SÖDING [2]), daß Diffusate aus den Basen der *Avena*-Koleoptilen auf *Cephalaria* wirksam sind, und zwar halb so stark wie solche aus Spitzenteilen; jüngere Basen geben auch den *Avena*-Test. Damit wird THIMANN'S Annahme, daß in der Koleoptilbasis „inaktiver“ Wuchsstoff vorkomme, der durch Säure aktiviert wird, überflüssig.

WENTS *Pisum*-Test soll nach Angabe des Autors selbst dadurch zustande kommen, daß Wuchsstoff eine Verkürzung der Zellen der angeschnittenen Seite bewirkt. Eine Ausdehnung der Epidermis käme nicht in Frage, da sich dieses Gewebe mit Auxin nicht verlängere. JOST und REISS zeigen indessen, daß sowohl bei halbierten hohlen *Taraxacum*-Stengeln, deren Innenseite intakt ist, als auch bei der Erbse die Außenseite in Heteroauxin viel stärker wächst als die Innenseite, die sich übrigens auch etwas verlängert und nicht verkürzt.

KATUNSKIJ (1) schlägt einen neuen Test vor. Der zu prüfende Wuchsstoffagar wird dekapitierten horizontal gelegten Koleoptilen aufgesetzt. Die resultierenden geotropen Winkel geben ein genaueres Maß als der *Avena*-Test.

Von erheblicher Bedeutung sind eine Anzahl von Arbeiten, die, mit gut übereinstimmendem Ergebnis, die *Wirkung verschiedener Heteroauxinkonzentrationen* auf das Wurzelwachstum prüfen. GEIGER-HUBER und BURLETT kultivieren Wurzeln von *Zea Mays* isoliert und steril in Nährlösungen, die die nötigen Salze, Glykose und Heteroauxin enthalten. Sie finden bei der Konzentration $5,72 \times 10^{-6}$ mol eine Wachstumshemmung um 80%. So behandelte Wurzeln werden nach längerer Kultur kurze regellose Gebilde mit massenhaften sich nicht weiter entwickelnden Seitenwurzeln. In den Grenzen von 10^{-6} bis 10^{-9} mol nimmt die hemmende Wirkung ab, zwischen 10^{-10} bis 10^{-13} findet Wachstumsförderung statt mit einem Optimum bei 3×10^{-11} , bei dem das Wachstum um 100% zunimmt. Die Empfindlichkeitsgrenze fanden sie bei $2,86 \times 10^{-13}$ mol ($= 1 \times 10^{-12}$ g). Die Autoren ziehen mit Recht den Schluß, daß „die Ursache der Wirkungsverschiedenheit im Protoplasma bzw. den reaktionsfähigen Zellarten selbst liegen“ muß, da das Hormon selbst sich ja nicht ändert. Die Tatsache, daß es ein Optimum gibt, spricht dafür, daß Wuchsstoff für das Wachstum notwendig ist. Die Konzentrationen stimmen mit dem tatsächlich beobachteten Auxingehalt der Wurzel in der Größenordnung überein. Der Verdünnungsgrad des Heteroauxins ist so hoch, daß die vorhandene Molekülmenge bei weitem nicht ausreicht, um die ganze Plasmafläche monomolekular zu bedecken. FIEDLER beobachtete eine fördernde Wirkung des Heteroauxins auf Maiswurzeln bei der Konzentration $0,1 \gamma$, Hemmung von 1γ an. Bei Zusatz von „Harris“-Hefeextrakt ergibt $0,1 \gamma$ aber Hemmung, die Stoffe wirken also anscheinend gleichsinnig. AMLONG (1) hat seine Versuche so ausgeführt, daß er Heteroauxin einseitig durch Filterpapier-

saugung den Wurzeln von *Vicia Faba* zuführte. Er arbeitet mit Leitungswasser, das selbst ganz schwach hemmend wirkt. Die Konzentration 10^{-9} mol fördert das Wachstum, 10^{-10} wirkt wie Wasser, ist also indifferent, bei 10^{-8} erfolgt bereits Umschlag, das Wachstum wird gehemmt, es kommt zu positiver Krümmung. Diese steigt bei Konzentrationen bis 10^{-5} . Stärkere Konzentrationen (10^{-3} und 10^{-2}) geben erst keine, dann negative Krümmungen, doch handelt es sich hier wohl nicht mehr um eine normale Wachstumserscheinung. Die Wirkungskurve von Essigsäure ist eine ganz andere, das Heteroauxin wirkt also nicht durch seinen p_H -Wert, sondern spezifisch durch sein Anion. AMLONG folgert, daß eine Wuchsstoffverminderung, wie sie durch Dekapitation herbeigeführt wird, schließlich den Anlaß zu negativ geotroper Wurzelkrümmung geben könnte. Tatsächlich erhielt er solche, wenn er Wurzeln drei Stunden nach der Dekapitation geotrop reizte. Auch FABER findet für seine Objekte wechselnde Wuchsstoffwirkung bei wechselnder Konzentration. Sie arbeitet mit Wuchsstoffpasten und kann zwei Wurzeltypen unterscheiden. Wurzeln von *Lupinus albus* und *Vicia Faba* zeigen mit Paste zweiseitig bestrichen eine Hemmung des Längenwachstums. Einseitig bestrichene unverletzte Wurzeln krümmen sich stets positiv, wobei ein Optimum in einem mittleren Konzentrationsbereich liegt. Um 1,5 mm dekapitierte Wurzeln sind auch im Längenwachstum gehemmt, doch veranlaßt hier einseitig angebrachte Paste negative Krümmung. Der zweite Typ wird durch die Wurzeln von *Avena*, *Lepidium sativum* und *Agrostemma Githago* repräsentiert. Hier geben konzentrierte Pasten an ganzen Wurzeln einseitig angebracht negative Krümmung, zweiseitig eine Wachstumshemmung, niedere Konzentrationen positive Krümmung und geringe Wachstumshemmung. Entspitzte Wurzeln dieser Gruppe geben bei stark konzentrierten Pasten negative Krümmungen, bei schwachen bleiben sie gerade. Zum Verständnis des Vorganges ist wichtig, daß, wie schon oben erwähnt, aus der ersten Wurzelgruppe mit Dextroseagar deutlich Wuchsstoff abzufangen ist, bei *Avena* sehr wenig, bei *Agrostemma* und *Lepidium* gar keiner. Darin sieht FABER die Erklärung. Wurzeln mit eigener reicher Wuchsstoffproduktion werden bei Zufuhr von weiterem Wuchsstoff eine steigende Wachstumshemmung erfahren. Sind sie aber dekapitiert, ist ihnen ihre eigene Wuchsstoffquelle genommen, so können sehr geringe Außenkonzentrationen das Wachstum fördern und so zur negativen Krümmung führen. Die zweite Gruppe hat so wenig eigenen Wuchsstoff, daß Wuchsstoffzufuhr von außen auch intakte Wurzeln zu negativer Krümmung führt. Die Schlußfolgerung für die erste Gruppe scheint mir zutreffend, nicht aber für die zweite. Es hätte FABER auffallen müssen, daß hier negative Krümmung mit stärkster Wachstumshemmung zusammenfällt. So ist viel eher anzunehmen, daß die negative Krümmung den von AMLONG bei hohen Konzentrationen beobachteten

zweiten, nichtnormalen negativen Krümmungen entspricht. Auch ist anzunehmen, daß Pflanzen mit geringem Wuchsstoffgehalt für diesen Stoff empfindlicher sind, wodurch sich die Verhältnisse sicher noch komplizieren.

Die eben geschilderten Versuche sind von großer Bedeutung für das Verständnis des Wurzelproblems. Die Wurzel verhält sich nicht, wie man bisher annehmen mußte, den oberirdischen Organen gegenüber qualitativ, sondern nur quantitativ verschieden. Der Bereich, in dem sie mit negativer Krümmung und Wachstumsförderung reagiert, ist ein sehr enger und liegt bei höchsten Verdünnungen, worauf gleich Hemmung folgt. Sproß und Koleoptile dagegen haben einen breiten fördernden Wirkungsbereich bei viel höheren Konzentrationen, nur die höchsten, schon schädigenden führen zu Hemmung und positiver Krümmung. Nun werden auch die einander widersprechenden Ergebnisse über das Wachstum nach Dekapitation der Wurzel verständlich. Es wurde dabei gleichbleibendes, gefördertes und gehemmttes Wachstum beobachtet; das ist jetzt leicht verständlich. Die Dekapitation nimmt der Wurzel so viel Wuchsstoff weg, daß dessen Konzentration in die Nähe des Indifferenzpunktes kommt. Wird er überschritten, so ergibt sich nach der einen Seite hin Förderung, nach der anderen Hemmung des Wachstums. Das muß natürlich auch die Richtung der geotropischen Krümmung bestimmen oder deren Ausbleiben bedingen. Jeder Anatom weiß, daß es verfehlt wäre, anzunehmen, daß eine Dekapitation um 1 mm unter allen Umständen den gleichen Eingriff bedeutet, denn je nach den Kulturbedingungen sind sowohl die Länge der meristematischen als auch der Streckungszone verschieden. Betrachten wir FIEDLERS früher geschilderte Ergebnisse nun nochmals, so wird klar, daß durchaus noch die Möglichkeit besteht, daß auch seine isoliert kultivierten Wurzeln noch Wuchsstoff enthielten. Es sei aber zugegeben, daß bei dem nachgewiesenen Schwund von Wuchsstoff im geotropen Versuch eher Indifferenz oder negative Krümmung zu erwarten gewesen wäre als positive Krümmung. Endgültige Entscheidung können hier wohl nur verfeinerte Testmethoden bringen. Es muß schließlich noch bemerkt werden, daß FIEDLER seinen Nährböden stets ein Extrakt von „Harris“-Hefe nach den Vorschriften von WHITE zusetzte, da dieser Zusatz das Wachstum isolierter Wurzeln beträchtlich fördert. Diese „Harris“-Hefe enthält aber einen Streckungswuchsstoff, der im *Avena*-Test, wie FIEDLER selbst fand, eine Krümmung von 15° hervorruft. FIEDLERS Wurzeln wuchsen also von vorneherein in einem wuchsstoffhaltigen Medium; welche Folgen nun diese äußere Wuchsstoffzufuhr auf die Eigenproduktion und das Krümmungswachstum der isolierten Wurzeln besaß, ist nicht bekannt, daß sie aber eine Wirkung hatte, ist durchaus möglich.

Wie oben ausgeführt wurde, nimmt FIEDLER, wie vor ihm schon CZAJA, eine akropetale *Wanderung des Wuchsstoffes* neben einer basipe-

talen an. Daß eine Wanderung zur Spitze möglich ist, zeigen folgende Versuche THIMANNS (1). Er verglich das Wurzelwachstum an drei Serien von *Avena*-Keimlingen. Die einen waren intakt, die zweiten hatten eine nahe der Basis abgeschnittene Koleoptile, die dritten ebenfalls, doch war hier der Koleoptilenstumpf mit Heteroauxinpaste versehen worden. Die zweite Serie hatte die längsten Wurzeln, somit muß wohl Auxin oder Heteroauxin aus der Koleoptile in die Wurzel von oben eingewandert sein. Auch wenn abgelösten Keimlingen durch das Scutellum Heteroauxin geboten wurde, war eine deutliche Hemmung des Wurzelwachstums zu beobachten, ein Einfluß auf die Koleoptile lag nicht vor. Intakte Keimlinge zeigen indessen in gleicher Zeit ein viel stärkeres Wachstum von Wurzel und Koleoptile, wobei zunächst nicht zu entscheiden ist, wie weit dies durch Wuchsstoff oder Nährstoffzufuhr bedingt wird. THIMANN (1) selbst stellt fest, daß eine apikale Wuchsstoffzufuhr die Wurzel viel stärker hemmt als die basale. Überraschenderweise gibt *Pisum sativum* ein entgegengesetztes Resultat. Wird das Epikotyl weggeschnitten, (Kotyledonen erhalten) und dem Stumpf Heteroauxin zugeführt, so wächst die Wurzel rascher, obwohl auch sie bei direkter Pastenzufuhr gehemmt wird. THIMANN (1) findet nun, allerdings im strikten Gegensatz zu FABER (vgl. S. 263), daß aus *Pisum*-Wurzeln viel weniger Wuchsstoff zu gewinnen ist als aus *Avena*, ferner, daß die *Pisum*-Wurzel nicht schneller wächst, wenn sie dekapitiert wird. So soll also die Wuchsstoffzufuhr von oben die *Pisum*-Wurzel mit ihrem knappen Wuchsstoffgehalt fördern, die *Avena*-Wurzel infolge ihres eigenen reichen Gehaltes hemmen. Auch hier wird übersehen, daß es nicht nur auf den Wuchsstoffgehalt, sondern auch auf das Reaktionsvermögen (die Reizschwellen) ankommt. Überdies verhalten sich dekapitierte Wurzeln wie intakte. Die ersten müßten sich aber, wenn THIMANNS Summationsannahme zutrifft, ganz anders verhalten, da ihnen eigener Wuchsstoff fast ganz fehlt. Die Möglichkeit der Wuchsstoffwanderung nach beiden Richtungen bestätigte auch FABER. Sie schnitt 0,5 und 1 cm lange Zylinder aus Wurzeln von *Zea*, *Helianthus*, *Vicia Faba* und *Lupinus* heraus und versorgte sie auf einer Schnittfläche mit Wuchsstoffpräparaten. Der der anderen Schnittfläche aufgelegte Agar reichert sich mit Wuchsstoff an, gleichgültig, ob die basale oder die apikale Seite gewählt wurde.

Es war schon bei der Besprechung der Versuche FIEDLERS kurz bemerkt worden, daß keimfrei isoliert gezogene Wurzeln in synthetischer Nährlösung schlecht wachsen. Besondere Erfahrungen darüber haben ROBBINS und WHITE gesammelt. Bei Maiswurzeln verläuft das Wachstum unter diesen Umständen unregelmäßig, es ist begrenzt; doch läßt es sich leicht normalisieren, wenn Spuren gewisser Stoffe zugesetzt werden. So waren z. B. wirksam Agar und Agarauszug, lösliche Stärke, gewisse Filterpapiere, autolytierte Bierhefe, aber auch einige

Metallsalzgemische. Es ist sehr bemerkenswert, daß die Wurzel als heterotrophes Organ, sobald sie isoliert ist, der gleichen Wachstumsanregung bedarf, wie viele heterotrophe Pflanzen. Die fehlenden „Wachstumsfaktoren“ werden, wie man daraus wohl schließen kann, vom autotrophen Teil der grünen Pflanze gebildet und den heterotrophen Organen zugeführt. Damit ist aber ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Chlorophyllapparat bzw. der Assimilation mit der Bildung von Wachstumsfaktoren gegeben. Wir werden diesem Zusammenhang noch später begegnen, erwähnt sei hier nur, daß wenigstens in oberirdischen Organen auch die Auxinproduktion von der Belichtung der grünen Teile abhängt. Eine Versorgung nichtgrüner Teile setzt entweder Wuchsstoffdepots voraus (s. S. 270) oder die Zufuhr von „Proauxinen“, d. h. Wirkstoffen, aus denen oder mit deren Hilfe Auxin gebildet werden kann. Wahrscheinlich wird erst das Studium dieser Frage das Verhalten der Wurzeln erklären.

Ich habe schon im Jahre 1932 (Fortschr. Bot. 1) darauf hingewiesen, daß für die Dehnbarkeitsänderungen der Membran während des Wachstumsprozesses die jeweilige *Membranstruktur* zweifellos von großer Bedeutung sei, und die Vermutung ausgesprochen, daß das verschiedene Verhalten von Sproß und Wurzel gegenüber dem Wuchsstoff sich vielleicht aus strukturellen Differenzen erklären lasse. In meinem Institut vorgenommene, noch nicht abgeschlossene Studien haben mir seither gezeigt, daß tatsächlich bei einer Reihe üblicher Versuchspflanzen die Parenchymgewebe der Hypokotyle, Epikotyle und Koleoptilen Querstruktur, die der Wurzeln Längsstruktur besitzen. Somit scheint mir verständlich, daß Wuchsstoffgaben den Einbau neuer Mizellarreihen bei Stengeln in der Querrichtung, bei Wurzeln in der Längsrichtung des Organes bewirken müssen, was im ersten Fall zur Verlängerung, im zweiten hingegen zur Verbreiterung des Organes führen müßte. Da sich Zellen bei Längsdehnung verschmälern, bei Querdehnung verkürzen, wäre auch verständlich, warum z. B. Wurzeln bei minimalen Wuchsstoffdosen sich gegenüber solchen, denen stärkere Dosen geboten werden, verlängern. Nunmehr hat BONNER (2), angeregt durch die Membranstudien von FREY-WYSSLING sich mit dieser Frage beschäftigt. Nach diesem haben wir in den Membranen der höheren Pflanzen vor allem drei Strukturtypen zu unterscheiden: „Röhrenstruktur“ mit vorherrschend Querorientierung der Mizellarreihen (bisher Querstruktur genannt), „Faserige Struktur“ mit vorwiegend steilschräger Längsanordnung (bisher Längsstruktur genannt) und „Folienstruktur“ mit regelloser Anordnung. BONNER stellt fest, daß bei *Avena*-Koleoptilen das Parenchym Röhrenstruktur besitzt, ebenso das Hypokotyl von *Helianthus*, sie verhalten sich nämlich optisch negativ. Bei künstlicher Dehnung erfolgt Umschlag ins Positive, die Mizellarreihen werden also in die Längsrichtung umorientiert. Beim natürlichen Längenwachstum,

das wie bekannt auch von plastischer Dehnung begleitet ist, bleibt aber die Röhrenstruktur erhalten, es handelt sich also hierbei nicht um eine Überdehnung, sondern um einen ganz anderen Vorgang, der mit Einlagerung neuer Mizellarreihen zwischen die schon vorhandenen verbunden ist. Die Plastizitätszunahme beruhe auf einer Lockerung der „Zellulosemizellhaftpunkte“, die offenbar ein Ergebnis der Wuchsstoffwirkung ist, der Turgor realisiert die Dehnung. Wurzeln sollen sich verschieden verhalten. Ihr Membranmaterial geht bei der Streckung von Röhren- zu Folienstruktur über, *Avena* soll die Röhrenstruktur beibehalten. In eigenen Untersuchungen erwiesen sich aber Wurzelparenchyme optisch positiv; vielleicht erklärt sich der Widerspruch daraus, daß die Umorientierung der Struktur allmählich von quer über ungerichtet bis zur Längsausrichtung erfolgt. AMLONG (2) ging in einer neuen Arbeit von ähnlichen Gedankengängen aus und prüfte die Längsdehnbarkeit der Wurzeln von *Vicia Faba* mit und ohne Wuchsstoffeinfluß. Untersucht wurden plasmolysierte Spitzenstücke, die bis zum Ende der Streckungszone reichten, mit und ohne Dekapitierung. Intakte Wurzeln zeigten bei Reiterbelastung stärkere Gesamtdehnbarkeit als dekapitierte, woran sich plastische und elastische Dehnbarkeit beteiligen, die letzte ausgiebiger. AMLONG schließt daraus, daß die inverse Wirkung des Auxins auf Wurzeln sich nicht aus einer gegenüber dem Sproß geänderten Wanddehnbarkeit erklären lasse: in beiden Fällen erhöht Wuchsstoff die Dehnbarkeit. Dazu muß aber bemerkt werden, daß die Zunahme an plastischer Dehnbarkeit sehr gering ist, jedenfalls geringer als an Koleoptilen, und unbekannt bleibt, ob und wie sich die plastische Querdehnbarkeit bei der Dekapitation ändert. Nimmt sie ab und bei Wuchsstoffzufuhr zu, so könnte sich daraus die besondere Reaktionsart der Wurzeln erklären.

Daß Samen ein *Wuchsstoffreservoir* für den sich entwickelnden Keimling darstellen, wird immer klarer. Aus einer Arbeit von F. MEYER geht hervor, daß bei den Dikotylen der aus dem Endosperm stammende Wuchsstoff sich zunächst in den Kotyledonen anhäuft. Bei den Monokotylen (*Zea Mays*) verbleibt ein Vorrat im Samen, besonders die Kleberschicht erweist sich als wuchsstoffreich (CHOLODNYS „Blastanin“). Nach der Keimung wandert der Wuchsstoff der Dikotylen offenbar rasch aus den Kotyledonen aus, bei *Helianthus* z. B. sammelt er sich besonders in der Epikotylspitze an. Werden Dikotylenkeimlinge im Dunkeln weiter kultiviert, so läßt sich eine dauernde Wuchsstoffabnahme feststellen. Es wird also offenbar ein einmaliger Vorrat verbraucht. Anders bei Beleuchtung, wo die ergrünenden Organe neuen Wuchsstoff bilden (vgl. AVERY in Fortschr. Bot. 5, 276). Für Monokotyle weist POHL auf die bekannte Tatsache hin, daß die *Avena*-Koleoptilen im Gegensatz dazu im Dunkeln dauernd Wuchsstoff enthalten, was schon wahrscheinlich macht, daß dieser vom Endosperm her ergänzt wird. POHLS Arbeit

erbringt dafür eindeutige Beweise. Seine Arbeitsmethode besteht darin, daß er dem Endosperm keimender Haferkörner einen Teil des Wuchsstoffs aus Schnittflächen entzieht. Dies gelingt durch Wässerung, durch osmotische Extraktion, am besten und in quantitativ kontrollierbarer Form mit Hilfe eines elektrischen Potentials in Anlehnung an die vom Referenten (vgl. KOCH, Fortschr. Bot. 4, 1935) eingeführte Methode. Der Wuchsstoff wandert zu dem außen liegenden + Pol, wobei sich ergab, daß das Koleoptilenwachstum etwa geradlinig mit der zur Extraktion verwendeten Spannung abnahm. Wuchsstoffentzug führt ganz allgemein zu einer Wachstumshemmung der Koleoptile. Werden nun extrahierte Körner mit reinem Auxin oder Harnwuchsstoff von der Schnittfläche her versorgt, so erfahren die Koleoptilen, die sich aus solchen Körnern entwickeln, gegenüber Kontrollen eine ausgiebige Streckung. Besonders wichtig ist der Befund, daß Heteroauxinfütterung keinen Effekt hat. POHLS Versuche zeigen klar, daß der Koleoptilenwuchsstoff aus dem Endosperm stammt. Der Autor ist der Ansicht, daß der Stoff in inaktiver Form in den Keimling eintritt, in dieser Form apikalwärts wandert und an der Spitze aktiviert wird. Trifft dies für die Koleoptile zu, so wird man kaum daran zweifeln wollen, daß ähnliches auch für die Wurzel gilt. Freilich scheinen dem die Erfahrungen zu widersprechen, die sich aus den Arbeiten über isolierte Wurzelspitzen ergeben. Vielleicht ist aber hier nur wieder der Quantitätsfaktor entscheidend. Zwar gelang WHITE eine immer wiederholte Erneuerung des Wurzelwachstums der Tomate, aber Maiswurzeln lassen sich nach ROBBINS und WHITE und FIEDLER nicht „ewig“ weiterziehen. Es darf dabei nicht vergessen werden, daß fast alle Wurzeln bei Kultur am Licht ergrünen; damit ist wohl auch hier eine neue Auxinproduktion ermöglicht. Es wäre also zu prüfen, ob sich in Licht und Dunkel entscheidende Unterschiede bei Wurzelkulturen ergeben. FIEDLER gibt für seine Wurzeln ausdrücklich an, daß sie ergrünt waren! Aus dem Versagen des Heteroauxins bei POHLS Fütterungsversuchen ergibt sich meines Erachtens eine weitere Stütze für die Annahme von „Proauxinen“. Als völlig anders gearteter Körper kann Heteroauxin natürlich kein „Proauxin“ abgeben, somit in diesem Falle Auxin nicht ersetzen.

Die Produktion von Wuchsstoff beginnt nach Studien von DOLLFUS in der Samenanlage sehr frühzeitig, vor allem scheint sich diese nach der Befruchtung zu einem Wuchsstoffzentrum zu entwickeln. DOLLFUS konnte zeigen, daß die Wuchsstoffversorgung des zur Frucht heranreifenden Fruchtknotens bzw. Fruchtbeckers bei verschiedenen Monokotylen und Dikotylen durch die Samenanlagen erfolgt. Entfernt man diese, so unterbleibt die weitere Entwicklung, sie wird aber wieder angeregt, wenn man in die Höhlungen Heteroauxinpaste einführt.

Quantitative Studien über die Wirkung von Wuchsstoff auf *oberirdische Teile* liegen gleichfalls vor. Schon früher wurde auf

eine Arbeit von SÖDING (1) hingewiesen, der feststellte, daß einseitige Heteroauxingaben an *Avena*-Koleoptilen eine S-förmige Wirkungskurve liefern. BRECHT arbeitete mit Harnauxinpasten, die er Koleoptilen einseitig aufstrich. Stärkstkonzentrierte Pasten ergaben positive, Verdünnungen negative Krümmungen. Im Verlaufe dieser zeigte sich ein deutliches Optimum mit einem Winkel von etwa 360° , dann sank die Wirkungskurve bis auf Null. Die positive Krümmung führt BRECHT auf den Essigsäuregehalt seiner Paste zurück, reines Auxin wirkt immer negativ. JOST und REISS untersuchten das Längenwachstum von *Avena*-Koleoptilen unter dem Einfluß verschiedener Heteroauxinkonzentrationen. Abgeschnittene und dekapitierte Koleoptilen, die also keine eigene Wuchsstoffquelle mehr hatten, erhielten das Heteroauxin von der apikalen Schnittfläche her in Lösungen von der Konzentration 1 : 1000 bis zu 1 : einer Milliarde. Es ergab sich ein Wachstumsoptimum, das etwa bei der Verdünnung 1 : 10000 bis 100000 liegt. Von da ab nimmt die Wirkung bei steigender Verdünnung ab, ein erhöhtes Wachstum ist aber noch bei 1 : einer Milliarde und darüber hinaus zu bemerken. Konzentrationen um 1 : 1000 hemmen das Wachstum. Heteroauxin in Pastenform dargeboten wirkt schwächer, vermutlich wegen erschwerten Eindringens. Auch von der Basis aufgesogenes Heteroauxin fördert das Wachstum, doch wird der gleiche Effekt erst durch konzentriertere Gaben erreicht, was auf größere Transportwiderstände bei akropetaler Wanderung hinweist. Eine solche ist übrigens auch nachzuweisen, wenn man die Zylindermethode VAN DER WEIJS anwendet, nur müssen der basalen Schnittfläche stärkere Konzentrationen geboten werden als der apikalen, um auf der Gegenseite Wuchsstoff abfangen zu können. Dies macht es wahrscheinlich, daß die Transportwege in beiden Fällen verschieden sind. Der akropetale verläuft vielleicht lediglich in den Wasserleitungsbahnen und damit wird es möglich, daß er in der intakten Pflanze überhaupt nicht existiert. Es ist anzunehmen, daß es in der intakten Koleoptile nur einen basipetalen Strom gibt. Für die Frage, ob dafür ein elektrisches Potential verantwortlich zu machen ist, ist eine Studie von KATUNSKIJ (2) von Bedeutung. Er findet, daß Koleoptilen schneller wachsen, wenn basal ein Pluspol angebracht wird, langsamer, wenn er oben wirkt. Für *Helianthus* und andere Hypokotyle geben JOST und REISS folgendes an. Werden die Hypokotyle abgeschnitten und dekapitiert, so wachsen sie während der ersten 24 Stunden noch deutlich. Heteroauxingaben apikal geboten fördern das Wachstum nur wenig und ohne Gesetzmäßigkeit, vermutlich deshalb, weil das Hypokotyl noch selbst genügend Wuchsstoff enthält. Versuche über 24 Stunden hinaus sind nicht mehr erfolgreich, weil jetzt Baustoffe fehlen. CZAJAS Theorie über die Induktion der Polarität durch den Wuchsstoffstrom (vgl. Fortschr. Bot. 5, 276) wird abgelehnt. JOST und REISS finden nämlich, daß auch das Hypokotyl der Buschbohne eine ausgiebige

Verdickung erfährt, wenn apikal Wuchsstoff geboten wurde, also nicht nur Epikotyle, wie CZAJA angenommen hatte.

Mit JOST und REISS' Feststellung, daß Heteroauxin auch akropetal durch Koleoptilen wandern kann, stimmt überein, daß SNOW (1) starke negative Krümmung über die ganze Länge von Koleoptilen erhält, denen er in der Basalhälfte Heteroauxin 1 : 1000 in Pastenform einseitig zuführt. Da der akropetale Transport schneller und ausgiebiger erfolgt, wenn die Schmalseite bestrichen wird, ist anzunehmen, daß die Leitbündel an ihm beteiligt sind, doch kann auch das Parenchym leiten, da Breitflächenbestreichung im Prinzip den gleichen Erfolg hat. Für *Helianthus*-Hypokotyle ließ sich das gleiche zeigen. SNOW beschäftigt sich ferner mit einem eigentümlichen Verhalten von *Pisum*-Epikotylen, auf das MISS LE FANU aufmerksam gemacht hat. Sie fand, daß junge Stengel im Wachstum gehemmt werden, wenn man ihre abgeschnittenen Basen in Heteroauxinlösung taucht, und daß dies auch dadurch zu erreichen ist, daß man unterhalb eines wachsenden Internodiums einen Wuchsstoffpastenring anbringt. Diese Tatsache brachte sie zu der Annahme, daß Wuchsstoff, der von oben abwärts fließt, das Wachstum fördert, wogegen Wuchsstoff, der sich aufwärts ausbreitet, das Wachstum hemmt. Damit ist SNOWS Ergebnis an Koleoptilen unvereinbar. Er zeigt nun, daß die von LE FANU beobachtete Hemmung bei Zufuhr durch die Schnittfläche nur dann eintritt, wenn die Internodien bei Versuchsbeginn noch nicht länger als 5 mm sind. Werden sie älter, so tritt umgekehrt eine starke Förderung ein. Auch stellt SNOW fest, daß bei Anbringung des Pastenringes der Hemmung eine Förderung vorausgeht. SNOW kommt daraufhin zu der Auffassung, daß die Hemmung junger Internodien, falls das Heteroauxin mit dem Transpirationsstrom aufsteigt, in anderer Weise zustande kommt, als wenn es quer durch das Parenchym eintritt (Pastenversuch). Das ist durchaus möglich, fanden doch auch HITCHCOCK und ZIMMERMANN (1) beim Tabak u. a., daß mit dem Transpirationsstrom aufsteigendes Auxin das Stengelwachstum hemmt. Da sie diesen Effekt auch dann erhielten, wenn Zwischenzonen abgetötet waren, ist gar nicht daran zu zweifeln, daß hier der Transport in den Wasserleitungsbahnen erfolgt. Meines Erachtens ist ohne weiteres zu verstehen, daß Heteroauxin, das von innen her, nämlich von den Tracheen aus, zum Parenchym gelangt, anders wirkt als solches, das von außen her durch die Kutikula einströmt. Im ersten Falle wirkt es sofort mit seiner ganzen Konzentration, im zweiten allmählich. Je nach Art und Alter der Gewebe kann dies lediglich aus quantitativen Ursachen zu verschiedenen Effekten führen.

LAIBACH und FISCHNICH (1, 2) setzen ihre Studien über Wuchsstofftransport in Stengeln fort. Es steht nunmehr fest, daß z. B. *Coleus*-Pflanzen auch durch intakte Wurzeln Heteroauxin aufnehmen, worauf die Blätter mit Epinastie antworten. Dasselbe erreicht man auch, wenn

man den Stoff in umgekehrter Richtung von apikalen Schnittflächen her zuführt. Ob und inwieweit Leptom und Hadrom für solche Transporte in Frage kommen, ist noch nicht geklärt. Auch muß gesagt werden, daß solche Versuche über die natürlichen Wuchsstoffbahnen kaum etwas aussagen, auch nicht frühere Versuche von FISCHNICH, da er dazu hochkonzentrierte Pasten verwendete. Denselben Einwand muß man auch gegen die neue Arbeit von LAIBACH und FISCHNICH erheben, da wieder 0,5 proz. Paste benutzt wurde. Alle Ergebnisse gelten zunächst nur für solche weit übernormale Konzentrationen, und es läßt sich aus ihnen näheres über das Normalverhalten nicht ableiten. Durch Ausschneiden eines Teiles der Mittelrippe oder auch querer Blattstreifen von *Coleus*-Blättern zeigten die Verfasser, daß von der Spitze her gebotener Wuchsstoff um solche Ausschnitte herum nach der Basis wandert. Durch entsprechend anders angebrachte Einschnitte konnten sie ferner beweisen, daß der Wuchsstoff sich auch von der Basis der Lamina zur Spitze ausbreitet, daß er sich also in jeder beliebigen Richtung im Blatte bewegt. Entsprechendes läßt sich für die Kotyledonen von *Cucumis sativus* zeigen. Den geschilderten Versuchen steht das schon im Vorjahr genannte Ergebnis von AVERY entgegen, daß in Tabakblättern der Wuchsstofftransport nur in basaler Richtung durch die Blattnerven erfolgt. Das gleiche fand unabhängig von AVERY auch DOLLFUS bei *Podophyllum*. Dieser Fall ist aus folgendem Grunde besonders wichtig für die Entscheidung der Frage. Das *Podophyllum*-Blatt tritt mit kragenartig über den Blattstiel zurückgeschlagener und gefalteter Spreite aus dem Boden. Der Spreitenansatz ist zu einer weißen als Bohrorgan umgewandelten Kuppe umgestaltet. Diese Kuppe ist das Perzeptionszentrum für den Schwerereiz und enthält Statolithenstärke; ferner stellt sie ein Wuchsstoffzentrum dar. Der ganze Apparat dient aber nur dem Wachstum und der Bewegung des Blattstieles. Der hier angehäufte Wuchsstoff fließt in den Blattstiel, nicht apikalwärts in die Spreite. Diese produziert ihren Wuchsstoff selbst, und er wandert auch hier in den Blattadern zur Basis. Für die Leitung kommen nicht nur Leptom und Hadrom sondern durchaus auch das Leitparenchym in Frage. LAIBACH und FISCHNICH halten das Leptom für die Leitungsbahn. Es ist aber wenig wahrscheinlich, daß bei ihren Einschnitten kontinuierliche Leptomketten erhalten blieben. In einer zweiten Arbeit beschäftigen sich die Genannten mit der Transportgeschwindigkeit. Für den Kotyledon von *Cucumis* wurde eine Geschwindigkeit von 185 mm/h festgestellt. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß für *Avena*-Koleoptilen der Wert 10—13 mm/h beträgt, HITCHCOCK und ZIMMERMANN (1) fanden, daß der Wuchsstoff in Tomatenstengeln durch die Wurzel geboten viel schneller wandert als bei *Cucumis*. LAIBACH und FISCHNICH meinen, daß bei ihrem Objekt der Transport im Leptom, bei der Haferkoleoptile im Parenchym, bei der Tomate im Hadrom erfolge und sich daraus die

Unterschiede erklären ließen. Meines Erachtens kann man Versuche mit völlig verschiedenen Konzentrationen und Darbietungsmethoden überhaupt nicht miteinander vergleichen.

LAIBACH ist im Verlaufe seiner Wuchsstoffstudien aber noch auf eine bemerkenswerte Tatsache gestoßen. Wie nunmehr wohl feststeht, produzieren Laubblätter Wuchsstoff nur am Licht. Es gibt aber offenbar noch einen weiteren Stoff, der im Dunklen entsteht und auf das Wachstum Einfluß hat. LAIBACH knüpft an die Tatsache an, daß Blattspreiten, deren eine Hälfte verdunkelt wird, eine seitliche Bewegung zur Lichthälfte ausführen; daraus folgt, daß der selbst nicht verdunkelte Blattstiel an der Seite, an der sich die verdunkelte Spreitenhälfte befindet, gefördert wird, und das spricht für den Eintritt eines „Dunkelstoffes“. Freilich könnte auch von der Lichtseite eine Hemmung ausgehen. Dagegen spricht aber folgende Versuchsvariante. Von einem *Coleus*-Blatt wird die eine Längshälfte am Rande beschattet, von der anderen Spreitenhälfte ein der Schattenfläche entsprechendes Stück weggeschnitten; auch jetzt erfolgt Krümmung von der Schattenseite weg, obwohl beiderseits gleich große Lichtflächen vorhanden sind. Bei symmetrischer Randbeschattung gibt es keine Reaktion. Demnach ist durchaus anzunehmen, daß der beschattete Teil den Blattstiel stofflich beeinflußt, und zwar vermutlich in der Art, daß dieser Stoff das Reaktionsvermögen der Zellen auf Wuchsstoff erhöht. Auch an Keimpflanzen läßt sich zeigen, daß partielle Beschattungen basale Teile fördern können. So krümmen sich nach CORDES und LAIBACH *Cucumis*-Keimlinge bei Verdunklung eines Kotletons zum Hellen. Der Effekt tritt aber nur dann ein, wenn die Kotletonen vorher mindestens 15 Minuten belichtet waren. Der Belichtungseffekt hält 6 Stunden lang an, dann erweist er sich als erloschen. Wirksam sind nur die Strahlen von Wellenlängen bis 6800 Å, also bis zur Grenze des roten Assimilationsbezirkes. Nach allem ist indessen doch zu schließen, daß der fragliche Stoff im Zusammenhang mit der Assimilation entsteht.

Die Beziehungen zwischen *Licht und Wachstum* sind offenbar sehr kompliziert. OVERBEEK hat 1933 für *Raphanus*-Keimlinge gezeigt, daß die Fähigkeit der Zellen, auf Auxin zu reagieren, im Licht abnimmt; das „Altern“ der Zellen wird beschleunigt. POHL ist der Ansicht, daß dies auch für *Avena*-Koleoptilen gilt. KATUNSKIJ (3) aber glaubt nachweisen zu können, daß ihr Wuchsstoffgehalt im Lichte abnimmt. Damit scheinen mir neue Versuche VAN OVERBEEKS übereinzustimmen. Werden zweimal dekapitierte Koleoptilen einseitig mit Auxin a beschickt, so krümmen sie sich im Dunkeln viel stärker als am Lichte, verwendet man aber Heteroauxin, so krümmen sie sich gleich stark. Das letzte beweist meines Erachtens klar, daß das Reaktionsvermögen der Koleoptile am Lichte nicht abnimmt. Die Differenzen bei Zufuhr von Auxin erklärt OVERBEEK selbst damit, daß dieser Stoff durch Oxydation zum Teil zerstört wird, und daß das Licht diesen Vorgang beschleunigt. GESSNER (1) beschäftigt sich mit dem Einfluß des Lichtes auf das Wachstum von *Helianthus*-Hypokotylen. Solche werden nach bestimmter Vorbeleuchtung mit weißem Licht plasmolysiert und in horizontaler Lage belastet. Es zeigt sich ein starker Dehnbarkeitsabfall nach Beleuchtung, besonders bei Belichtungszeiten bis zu 8 Stunden. Bei Intensitäten von 0—137 MK ist der Abfall des plastischen Anteils der Dehnung

stark, bei höheren Intensitäten bis zu 3000 MK erfolgt er allmählich und linear. Einseitiges Licht bedingt eine Hemmung an der Lichtseite, die Schattenseite wird dehnbare, obwohl auch sie noch Licht empfängt. Dies ist verständlich, da hier die erhöhte Wuchsstoffansammlung der Lichthemmung entgegenwirkt. GESSNER folgert aus seinen Versuchen, daß das Licht die Reaktionsfähigkeit der Zellwände für Auxin herabsetze. Das ist wohl möglich, ebenso aber auch, daß das Licht Auxin zerstörte, solches war ja in den Versuchspflanzen stets vorhanden. Frühere Studien GESSNERS (2) hatten ergeben, daß auch das ultraviolette Licht und die Röntgenstrahlen das Wachstum hemmen. Für diese ist nun aber durch eine neue Arbeit von SKOOG sichergestellt, daß sie nicht die Reaktionsfähigkeit herabsetzen, sondern den Wuchsstoff inaktivieren. Auxin und Heteroauxin werden schon durch schwache Dosen angegriffen, und zwar durch Bildung von Peroxydasen und anderen stark oxydierenden Substanzen im Lösungsmittel. In etiolierten *Avena*-Koleoptilen werden 33—50% des Auxins zerstört, doch geht die Produktion weiter. In grünen Pflanzen (*Vicia Faba*, *Pisum sativum*) wird bei Endknospenbestrahlung 30—40% vernichtet. Der Transport verläuft ungehemmt weiter, denn es läßt sich bei *Avena* und *Helianthus* die Hemmung durch künstliche Wuchsstoffzufuhr beseitigen. Die sichtbaren Strahlen zerstören Auxin nach SKOOG nur dann, wenn Eosin als Katalysator zugesetzt wird.

Die Bedeutung des Wuchsstoffes für die *Wurzelbildung* wurde neuerdings auch an Stecklingen von Holzgewächsen studiert. COOPER führte solchen von *Citrus Limonum* Heteroauxinpaste apikal durch eine Schnittwunde ein, worauf basale Wurzelbildung erfolgte; war über der Basis geringelt worden, so erschienen die Wurzeln oberhalb dieser Stelle, was für Leitung in der Rinde spricht. Unbeblätterte Sprosse können Wurzeln nur bei Wuchsstoffzufuhr bilden. HIRCHCOCK und ZIMMERMANN (2) tauchen Stecklinge in Wasser, in dem Indoleessig- oder Indolbuttersäure in Konzentrationen von wenigen Milligramm auf 100 ccm gelöst ist. Die Stecklinge verweilen darin ca. 24 Stunden, worauf sie in einer Torfmoos-Sand-Mischung weiter kultiviert werden. Es entstehen massenhaft Wurzeln auch an Pflanzen, die sonst nur schwer Wurzeln bilden. Die Polarität der Achse setzt sich deutlich durch, doch können durch höhere Konzentrationen auch Wurzeln an der Stelle der Darbietung hervorgerufen werden. GOUWENTAK und HELLINGA zeigen, daß *Coleus*-Stümpfe schon bei apikaler Darbietung von 0,01 γ Heteroauxin an der Basis Wurzeln bilden. Bei starken Dosen erscheinen Wurzeln apikal und basal. Inverse Sprosse, auf der nun oben liegenden Basalschnittfläche mit Wuchsstoff versorgt, bilden Wurzeln nur hier. Im ganzen setzt sich also die Eigenpolarität deutlich durch.

Auch *Seitenwurzelbildung* wird durch Wuchsstoff gefördert, wie ZIMMERMANN und HIRCHCOCK an den Luftwurzeln einer tropischen *Vitis*-Art zeigen. Diese verzweigen sich an der Luft von sich aus nicht, tun es aber, wenn ihr Spitzenwachstum durch gebotenen Wuchsstoff gehemmt wird, ebenso im Wasser. Wächst die Hauptwurzel wieder weiter, so stellen die Nebenwurzeln ihr Wachstum ein. Das gleiche beobachtete Referent an *Orchideen*-Luftwurzeln. Die amerikanischen Autoren denken daran, daß im Wasser die Umkehrung des Wasserstromes für den Effekt von Bedeutung sein könnte; Wuchsstoffvermehrung kommt in Wasser

nicht in Frage, viel eher Verlust durch Diffusion. Referent möchte darauf hinweisen, daß Seitenwurzelbildung auch durch Dekapitation ausgelöst wird. Hierbei und wohl auch im Wasser nimmt der basal gerichtete Wuchsstoffstrom ab, bei künstlicher Wuchsstoffzufuhr zu. Da in beiden Fällen der gleiche Effekt eintritt, wäre auch wohl hier an die Existenz eines „Proauxins“ zu denken, das akropetal wandert. Fehlt die Spitze oder verliert sie ihren Wuchsstoff, so wäre verständlich, daß sich das Proauxin hinter der Spitze in Auxin verwandelt und so die Bildung von Seitenwurzeln ebenso anregt wie bei künstlicher Heteroauxinzufuhr. Das Seitenwurzelproblem greift DE HAAN von einer anderen Seite an, indem er sich mit der bekannten Tatsache beschäftigt, daß Primärwurzeln, die bogenförmig wachsen, ihre Seitenwurzeln fast ausschließlich an den Konvexseiten entwickeln. Werden gerade Wurzeln von *Vicia Faba* einseitig eingeschnitten, so entstehen durchschnittlich auf der Wundseite 15, auf der unverletzten Seite 57 Seitenwurzeln; die erste Wurzel ist von der Schnittfläche an der verletzten Seite 17,5 mm weit entfernt, auf der unverletzten 1,8 mm. Sind die Wurzeln aber gekrümmt, so trägt die verletzte Konvexseite 51 Seitenwurzeln, die intakte Konkavseite 37, die Entfernungen der ersten Seitenwurzel beträgt 3,5 und 5 mm. Verfasser schließt daraus auf eine Querpolarität an der Biegungsstelle, und zwar durch ein queres Potential, dessen positiver Pol auf der Konvexseite liegt; Verwendung passender Vitalfarbstoffe ergab Befunde, die diese Annahme stützen.

W. A. ZIMMERMANN (1) studiert die Wuchsstoffproduktion von *Baumknospen*, wobei er von den Erfahrungen HUBERS (1931) über den Zeitpunkt des Knospentreibens in den verschiedenen Teilen eines Baumes ausgeht. Er bedient sich der Agarmethode und des *Avena*-Testes. Ruhende Knospen enthalten während des Winters keinen nennenswerten Gehalt an Wuchsstoff. Dies dauert bis zum Austreiben, am Versuchsort (Tharandt) bis etwa Mitte April, bei Buche und Eiche sogar bis Mitte Mai. Mit dem Austreiben erfolgt eine rapide Wuchsstoffproduktion, doch treten sehr verschiedene Konzentrationen auf. Bei *Aesculus Hippocastanum* beträgt der Anstieg 1,7 : 20,8 A.-E., bei Knospen mit Blütenstand bis zu 80,5 A.-E. Auch Ahorn und Esche erreichen Mitte bis Ende Mai solche Werte, während sie bei Buche und Eiche gering bleiben. Es folgt dann ein rasches Absinken, $\frac{1}{2}$ —1 Monat später liegen die Werte viel tiefer. Stets enthalten die zeitlich im Treiben bevorzugten Knospen erhöhte Konzentrationen, meist ist die Endknospe bevorzugt, von der aus die Werte basalwärts am Trieb abnehmen. Wo dies nicht der Fall ist (z. B. Linde) entstehen auch andere Verzweigungsformen, wie überhaupt die Wuchsstoffverteilung völlig der Artarchitektonik entspricht. So sind bei der Fichte erst die Seitentriebe in ihrem Wuchsstoffgehalt bevorzugt, später der Endtrieb.

Zur Frage der *Knospenhemmung* durch Wuchsstoff liefert PLCH einen weiteren Beitrag. Entfernt man bei Erbsenkeimlingen Epikotyl und einen Kotyledo, so wächst aus dessen Achsel der Seitensproß eher und kräftiger aus als auf der Gegenseite. Es hat also nicht nur der von der Epikotylspitze herabfließende Wuchsstoff, sondern auch der aus dem Kotyledo stammende hemmenden Einfluß. Nach DOSTAL hemmen die Kotyledonen von Leguminosen auch das Längenwachstum ihrer Blattstiele. Auf diese hat auch die Spitze der Radikula einen hemmenden Einfluß.

Für die Frage, welche Rolle der Wuchsstoff bei der Tätigkeit des *Kambiums* spielt, ist wichtig, daß SNOW (2) Teilungen an *Helianthus*-Hypokotylen schon erzielte, wenn reines Auxin in der Verdünnung 2 : 1000000, Herteroauxin in halb so starker Konzentration durch apikale Schnittflächen zugeführt wurde. Das sind Konzentrationen, wie sie in der intakten Pflanze vorhanden sind, und so wird es wahrscheinlich, daß das Auxin auch in dieser die kambialen Teilungen unmittelbar auslöst. Der Holzkörper erwies sich in den Versuchen schwächer verholzt, in der sekundären Rinde bleiben Verdickungen aus. SÖDING (2) ringelte eine Reihe von Stauden und Bäumen im Frühjahr vor Beginn der Entwicklung. Unterhalb der Ringelstelle bleibt dann der sekundäre Zuwachs aus. Den Versuchspflanzen wurden an dieser Stelle durch einen Schlitz Heteroauxinkristalle zwischen Rinde und Holz geschoben, die Stelle verbunden und verschmiert. Einen Monat später war deutlich, daß der Wuchsstoff die Kambiumtätigkeit stark angeregt hatte. Es war sekundäres Holz entstanden, bei der Weide bis zu 1 mm dick, auch sekundäre Rinde. Die stärkste Produktion trat nahe der Einbringungsstelle auf, seitlich nahm sie ab. Das Holz war mangelhaft differenziert (Wundholz — Kalluscharakter), die Parenchymbildungen gefördert. SÖDING schließt daraus, daß der Wuchsstoff wohl die Teilungen auslöst, nicht aber die Differenzierung der neuen Elemente bewirkt. Er vermutet, daß der Wuchsstoff aus Knospen und Blättern in das Kambium wandert, für die Wurzel sei wegen der großen Entfernung Eigenproduktion anzunehmen, der Wuchsstoff wäre demnach nicht nur Ursache sondern auch Folge des Wachstums. Diese Annahme ist wohl nicht nötig; wenn der Wuchsstoff bis zum Stammgrunde wandern kann, kann er ebensogut auch noch durch die Wurzeln fließen; die Assimilate tun es ja ebenfalls. Zu ähnlichen Ergebnissen wie SÖDING kam GOUWENTAK. Heteroauxin und Chloroformextrakte aus eigenen Knospen lösen bei *Fraxinus Ornus* u. a. Kambiumteilungen und Holzbildung aus. Der Verfasserin gelingt der Nachweis, daß die Qualität der Neubildungen von der Quantität des zugeführten Wuchsstoffes weitgehend abhängig ist, und sie kommt zu der Überzeugung, daß extreme Konzentrationen Wundholz hervorbringen, schwächere Frühjahrsholz, schwächste (z. B. Knospenextrakte) Herbstholz. Wenn diese Hypothese auch noch nicht als erwiesen gelten kann, so steht doch außer Zweifel, daß hier weitere Studien zu sehr wichtigen Erkenntnissen führen können. Referent möchte darauf hinweisen, daß gewisse zeitliche Zusammenhänge zwischen der Bildung, Speicherung und Verwendung des Wuchsstoffes einerseits und dem Verhalten der Organe andererseits zweifellos bestehen. Überblickt man das Ganze, so kommt man unwillkürlich zu einer Hypothese, die vielleicht gewagt ist, die ich aber doch als Möglichkeit hier andeuten möchte. Bildungsstätte des Wuchsstoffes sind die belichteten Laubblätter. Sie liefern den gesamten Wuchsstoff der Pflanze, der in zwei Formen auf-

treten kann, einer aktiven (Auxin) und einer inaktiven (Proauxin). Junge Blätter bilden mehr Auxin als sie selbst gebrauchen, es strömt durch die Leitungsbahnen in das Kambium, regt dieses zu Teilungen an, und, da es jetzt konzentriert ist, zu Frühjahrsholzbildung. Die älteren Blätter produzieren weniger Wuchsstoff, das Kambium geht daraufhin zur Herbstholzbildung über. Ein Teil des Wuchsstoffes wird in inaktiver Form in den Knospen und im Kambium gespeichert, überwintert so und wird im Frühjahr aktiviert. Das im Samen angehäuften Auxin bleibt dagegen anscheinend aktiv und wird nur zum Zweck der Versorgung der nichtgrünen Teile des Keimlings inaktiviert. ZIMMERMANN ist freilich der Ansicht, daß das Kambium seinen Wuchsstoff selbst produziere. Er kommt zu dieser Auffassung besonders dadurch, daß die austreibenden Knospen weniger Wuchsstoff besitzen als die sie tragenden Achsen in der gleichen Höhe. Daraus möchte man wohl schließen, daß er nicht aus den Knospen stammt, aber die Möglichkeit, daß er sich von den Laubblättern des Vorjahres herleitet, bleibt offen. Im Winter sind die Achsen wuchsstofffrei, vielleicht ist der Stoff aber nur inaktiviert, um im Frühjahr wieder aktiviert zu werden. Übrigens lehren Versuche von ROGENHOFER (1, 2), daß wenigstens unter bestimmten Umständen die Knospen dem Kambium Wuchsstoff liefern. Bei einer Reihe von Pflanzen ergab sich, daß verholzte Stecklinge basal eine Kallusmenge liefern, deren Gewicht von der Anzahl der Knospen des Stecklings abhängig ist. Dieselbe Summierbarkeit findet man, wenn man die Knospen abschneidet und an ihrer Stelle Wuchsstoffpaste anbringt; auch sind deutliche Beziehungen zwischen der Entfernung der Knospen von der Schnittstelle und der an dieser gebildeten Kallusmenge vorhanden. Aus Versuchen von REHM ergibt sich, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, von welcher Stelle aus die Zufuhr von Wuchsstoff erfolgt. Bringt man diesen z. B. bei Tomaten dort an, wo sich ein Seitensproß entwickelt, so entsteht unterhalb dieser Stelle ein beträchtlicher sekundärer Zuwachs, der aus normalem Holz besteht. Setzt man die Paste aber dem Internodium auf, so bildet sich ein Parenchym mit kurzen engen Tracheiden. REHM unterscheidet daher wie SÖDING einen Teilungsreiz, den der Wuchsstoff bewirkt, und einen besonderen Differenzierungsreiz, der vor allem die Vergrößerung der Gefäße bewirkt. Er breitet sich nur basipetal aus und tritt nur da auf, wo Verbindungen zu normal differenzierten Gefäßbündeln vorliegen.

Die Bildung kallöser Gewebe durch Wuchsstoffe läßt vermuten, daß diesen auch eine Bedeutung bei der Gallenbildung zukommt. Tatsächlich gelang es BROWN und GARDENER, künstlich kataplasmatische Gallen zu erhalten, wenn sie Heteroauxinpasten auf verwundete Stellen auftrugen. Besonders große Geschwülste erhielten sie an *Phaseolus vulgaris*. Die Gallen ähneln sehr den durch *Bacterium tumefaciens* hervorgerufenen Wucherungen. Es gelang auch, aus Kulturen dieses Bakteriums einen Ätherauszug zu bereiten, der Gallenbildung hervorrief. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt LA RUE. An Pappelblättern treten be-

sonders in feuchter Atmosphäre leicht Intumeszenzen auf. Diese enthalten einen ätherlöslichen Stoff, der auf andere Blätter übertragen, an diesen wiederum Intumeszenzen hervorruft. Solche können auch durch Rhizopin und reines Heteroauxin erzeugt werden. Da auch Bakterien Heteroauxin bilden können, ist es verständlich, daß GRIEVE Epinastie und Wurzelbildung erhält, wenn er *Bacterium Solanacearum* in die Gefäßbündel der Blattstiele von Tomate, Kartoffel usw. einimpft. THIMANN (2) zeigt, daß man aus Leguminosenwurzelknöllchen allseits viel Wuchsstoff auf Agar auffangen kann. Vermutlich handelt es sich um Heteroauxin, das die Bakterien produzieren, und das die Ursache der Knöllchenbildung ist. BONNER (2) verwendet kleine Gewebestückchen aus Plazenta und Funikulus aus Bohnen zu Gewebekulturen. Er fügt diesen neben Salzen und Rohrzucker einen Extrakt aus frischen Bohnen zu und erhält so unter reicher Zellteilung Gebilde, die bis 40mal so groß sind wie das Ausgangsstück.

Eine dankenswerte Übersicht über die Auxinforschung, besonders über ihre Methodik, verdanken wir HEYN.

II. Tropismen.

Die Grundlage für die Annahme, daß die tropistischen Krümmungen durch einseitige Wuchsstoffverlagerung realisiert werden, bildet der Nachweis, daß sich der Wuchsstoff nach erfolgter Reizung tatsächlich einseitig anhäuft. Solche Versuche wurden bisher mit Hilfe des Agardiffusionsverfahrens angestellt. BOYSEN-JENSEN verwendet dazu neuerdings die Extraktionsmethode, die er zu diesem Zweck quantitativ ausbaut. Er findet bei geo- und phototroper Krümmung an Leguminosenepikotylen erhöhte Wuchsstoffkonzentration auf der Konvexseite gegenüber der Konkavseite, bei geotrop gereizten *Faba*-Wurzeln erhöhte Konzentration auf der Unterseite. Bei den Epikotylen sind die Differenzen geringer als die, welche frühere Autoren mit Hilfe der Diffusionsmethode erhalten haben, die Verschiebung steht aber außer Zweifel. METZNER, der schon früher an geotrop gereizten *Helianthus*-Hypokotylen Unterschiede im Zuckergehalt, Katalasegehalt und in der Azidität beider Seiten festgestellt hatte (vgl. Fortschr. Bot. 5, 279), untersucht nun am gleichen Objekt den Einfluß phototroper Reizung auf die Verteilung dieser Faktoren. Wieder finden sich Unterschiede. Der Zuckerunterschied ist aber so gering, daß ihm METZNER keine Bedeutung für den Krümmungsvorgang zuspricht. Die Katalaseverschiebung erfolgt umgekehrt wie bei Schwerkraftreizung, also scheidet sie auch als wirksamer Faktor aus. Gleichgerichtet ist aber das Aziditätsgefälle: die Konkavseite weist eine geringere C_H auf als die Konvexseite; freilich wird das beim Geotropismus durch ein Ansteigen des C_H auf der Konvexseite, beim Phototropismus durch ein Absinken auf der Konkavseite erzielt. Da nach früheren Erfahrungen eine Annäherung der C_H an den IEP. Wachstumshemmung zur Folge hat, glaubt METZNER, daß die Aziditätsdifferenzen für die Krümmung von Bedeutung seien. Eine Reihe von Untersuchungen hat aber gezeigt, daß die normalen Krümmungen nicht von der Azidität abhängen, deren Wirkungsbereich bei ganz

anderen Größenordnungen liegt als der des Auxins. Die Zuckerverschiebung ist meines Erachtens bedeutsamer, da für das einseitige Membranwachstum eine solche notwendig erscheint. Wenn keine großen Überschüsse gefunden werden, so ist das nicht erstaunlich, da die Neuzufuhr vermutlich gleich in die sich dehnenden Wände eingebaut wird.

Alle stofflichen Verschiedenheiten gegenüberliegender Seiten tropistisch gereizter Organe zwingen uns zu der Annahme einer durch den Reiz geschaffenen Querpolarität. Dem Studium dieser Frage wird heute nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl es das Kernproblem für den tropistischen Reizvorgang darstellt, und besonders geeignet ist, die ganze Reizfrage zu beleuchten. Ich habe im Vorjahr (S. 270) versucht gegenüber manchen holländischen Autoren, die den Begriff der Reizbarkeit ablehnen, klar darzustellen, was die deutschen Botaniker im Anschluß an PFEFFERS Gedankengänge unter einer Reizwirkung verstehen, und weshalb sie diesen Begriff nicht aufgeben wollen. Es ist nun darüber zu einer Kontroverse zwischen FITTING und WENT gekommen, auf die wegen ihrer prinzipiellen Wichtigkeit hier kurz eingegangen sei. FITTING betrachtet die Phytohormone ganz allgemein als pflanzliche Reizstoffe, da sie wie andere Reize ihre physiologische Wirkung nur über das lebende Plasma entfalten. Sie wirken in einer Verdünnung, auf die nur ein System von großer Labilität (= Empfindlichkeit) ansprechen kann; sie haben keine spezifische Wirkung; Endeffekte sind nicht vorauszusehen und können je nach den gegebenen Gesamtumständen (der „Stimmung“) ganz verschieden sein. Überdies haben völlig verschiedene Stoffe gleiche Wirkung. Die Phytohormone wirken also nur auslösend, wobei die erzielte Endreaktion „energetisch durch Spannkkräfte betrieben wird, die im lebenden System gespeichert waren“. Ähnlich sagt JOST: „Was die Wuchsstoffe der Pflanzen leisten, hängt ganz allein von dem Zustand der Zellen ab, die sie treffen. Sie haben keine schöpferische Kraft, sie lösen nur vorhandene Befähigungen aus.“ Im Gegensatz dazu findet es WENT „unnützlich und abwegig“, die Auxine als Reizstoffe zu bezeichnen, und er lehnt den Begriff der Reizbarkeit überhaupt ab, da man sonst Gefahr laufe, „als lebendes Plasma nichts Konkretes, sondern eine Art vitalistischer Lebenskraft“ zu verstehen. Das liegt indessen den genannten deutschen Autoren sicher eben so fern wie mir; niemand zweifelt daran, daß eine „Reizkette“ nichts anderes als einen kausalen Ablauf von Vorgängen darstellt, bei welchen der Reiz die erste Ursache und die Reaktion den Endeffekt darstellt. Das Besondere liegt in der Fähigkeit des Plasmas in so außerordentlich mannigfaltiger Weise auf „Reize“ anzusprechen, und darin, daß das in einer je nach dem Plasmazustand verschiedenen Weise geschieht. Daraus ergibt sich am klarsten, daß der Reiz nur auslösend wirkt. WENT hält dagegen den „Energiesatz der Reizung“ „nach den modernen Auffassungen des Phototropismus“ kaum noch für notwendig. Er begründet dies damit, daß die Koleoptil-

spitze bei einseitiger Beleuchtung viel mehr Lichtenergie absorbiere, als zur Verschiebung des Auxins auf die Schattenseite notwendig ist. WENT übersieht dabei, daß der Wuchsstoff gar nicht durch Lichtenergie verschoben wird, vielmehr das Licht eine Querpolarität schafft, als deren Folge der Wuchsstoff zur Schattenseite fließt. Das ist einwandfrei erwiesen, da phototrop gereizte wuchsstofffreie Organe sich bei nachfolgender gleichmäßiger Wuchsstoffzufuhr phototrop krümmen. Entsprechendes gilt für den Geotropismus, und damit wird es auch sehr unwahrscheinlich, daß die absorbierte Lichtenergie unmittelbar die Umpolarisierung bewirkt. Schließlich ist auch die Erhöhung der Membranplastizität durch den Wuchsstoff zweifellos nur ein indirekter Vorgang, da er nur über das Plasma möglich ist, das die zum Einbau neuer Mizellen notwendige Energie selber liefern muß; auch wissen wir jetzt im Gegensatz zu einer Bemerkung WENTS, daß es einen Schwellenwert für die Auxinwirkung gibt, ja sogar Schwellen für Förderung und Hemmung mit einem Indifferenzpunkt dazwischen, genau so wie bei anderen Reizwirkungen. Die Annahme, daß kambiale Teilungen nur durch weit übernormale Konzentrationen von Auxin hervorgerufen werden, ist durch SNOW widerlegt. Es erübrigt sich also zunächst, mit WENT die Existenz eines spezifischen Teilungsanregers anzunehmen, der aufwärts wandert und darin durch Auxin gehemmt würde.

DOLLFUS prüft die Zusammenhänge zwischen geotroper und phototroper Reizbarkeit und Wuchsstoffgehalt bei *Panicum*-Keimlingen. Für diese ist durch frühere Versuche nach der Methode von PICCARD und durch Teilbeschattungen bekannt geworden, daß die tropistische Empfindlichkeit in der Koleoptile von der Spitze gegen die Basis hin abnimmt, und daß das Mesokotyl allein keine Reizbarkeit zeigt. Bisher fehlte eine Prüfung, inwieweit der Wuchsstoffgehalt für das Verhalten verantwortlich zu machen sei. Keimlinge von *Sorghum vulgare* besitzen in den ersten 2 mm der Koleoptile eine Wuchsstoffkonzentration, die im *Avena*-Test durchschnittlich 24° ergibt, die nächsten 2 mm ergeben nur mehr 5,5°, der Rest der Koleoptile und das Mesokotyl 0°. So wird es verständlich, daß die basalen Teile bei geotroper Reizung sich nur dann krümmen können, wenn ihnen von oben Wuchsstoff zugeleitet wird, aber nicht mehr nach entsprechender Dekapitation. Bei *Zea Mays* wurden die Präsentationszeiten bei stufenweise fortschreitender Dekapitierung mit und ohne künstliche Wuchsstoffzufuhr geprüft. Es ergab sich, daß sie gegen die Koleoptilbasis zu allmählich stiegen und durch Wuchsstoffzufuhr nicht mehr stark abzukürzen sind. Ferner gelang es, horizontal gelegte koleoptilenfreie Mesokotyle durch apikalen Wuchsstoffzusatz zu geotroper Krümmung zu bringen. Dieses Organ ist also durch die Schwerkraft polarisierbar. In phototropen Versuchen mit *Sorghum vulgare* ergaben die entsprechend durchgeführten Präsentationszeitbestimmungen, daß auch hier ein Abfall von der Spitze zur Basis der Koleoptile

auftritt. Wuchsstoffzufuhr zeigte aber, daß hier durch Vermehrung dieses Stoffes sich die Präsentationszeiten der Stümpfe noch sehr stark abkürzen lassen. Das Mesokotyl allein reagiert nur bei Wuchsstoffzufuhr und starker Lichtintensität phototrop, es ist also auch phototrop polarisierbar, nur fehlt ihm eigener Wuchsstoff. Hier wird ganz klar, daß nicht eine lichtbedingte Wuchsstoffverschiebung Ursache der Querpolarität ist, vielmehr diese jene bewirkt. Im Ganzen ergibt sich, daß die Paniceenkoleoptile in ihren basalen Teilen durch die Schwerkraft viel stärker polarisiert wird als durch das Licht. Das spricht aber dafür, daß die Polarisierung in beiden Fällen etwas Verschiedenes ist. Die phototrope Trägheit des Paniceenmesokotyls dürfte damit zusammenhängen, daß hier der Lichtabfall minimal ist. BRUNNER bestimmte ihn zu rund $2 : 1$, während für die *Avena*-Koleoptile bei gleicher Lichtqualität ein Abfall bis zu $10 : 1$ beobachtet wurde. Nach BRUNNER ist der Abfall größer im blauen Licht als im roten; er steigt mit der Temperatur, wofür das Auftreten von Xanthophyll, das sich mit steigender Temperatur etwas vermehrt, verantwortlich zu machen ist. Aus der Arbeit von BRUNNER ist noch zu entnehmen, daß der phototrope Krümmungswinkel nicht vom Ausmaß des Lichtabfalles abhängt. — Auch *Avena*-Koleoptilen zeigen einen starken Abfall der Lichtempfindlichkeit von der Spitze zur Basis. Nach Untersuchungen von HAIG muß man annehmen, daß es sich dabei nicht nur um einen Quantitäts-, sondern auch um einen Qualitätsunterschied handelt. Er findet zunächst, daß die Reaktionszeit etiolierter Koleoptilen bei einer Beleuchtungsdauer von 1 Sekunde bis 1000 MK ab-, von dann an wieder zunimmt. Getrennte Betrachtung von Spitze und Basis ergibt, daß jeder Teil eine besondere Reaktionszeitkurve in Form einer Hyperbel hat, und daß die Kurve, die bei gemeinsamer Beleuchtung resultiert, sich aus zwei zu einander rechtwinkligen Hyperbeln zusammensetzt. HAIG zieht daraus den Schluß, daß zwei getrennte Photorezeptoren vorliegen.

III. Nastien.

Durch eine Reihe von Untersuchungen ist bekannt geworden, daß Wuchsstoffe und andere Reizstoffe Blattepinnastie bewirken. FISCHNICH studiert das Problem an *Coleus*. Die wichtigsten Tatsachen sind folgende. Bei indirekter Wuchsstoffzufuhr (durch die Gefäßbündel des Stengels) tritt immer Epinastie ein. Sie ist leichter bei Zufuhr von unten als bei Zufuhr von oben zu erzielen. Ihr Ausmaß und ihre Dauer hängen von der Konzentration ab. Werden Medianus und Blattstiel selbst oberseits mit Wuchsstoff versorgt, so resultiert Epinastie, ebenso wenn ein spreitenloser Blattstiel so behandelt wird; trägt er aber die Blattspreite, so reagiert er hyponastisch. Führt man die Paste Spreite und Stiel beiderseits zu, so erfolgt nach kurzer Hypo-nastie eine starke epinastische Reaktion. Es folgt eine zweite Phase,

in der sich das Blatt wieder hebt, und eine dritte, in der es durch Senkung fast in die Ausgangsstellung zurückkehrt. Blätter, die nur unterseits mit Paste versorgt werden, verhalten sich ebenso. Nach FISCHNICH läßt sich das alles auf verschiedene quantitative Beeinflussung beider Seiten zurückführen, wenn man dazu annimmt, daß der Wuchsstoff unterseits rascher abfließt, weil hier die Gefäßbündel liegen. Da der Wuchsstoff das Wachstum fördert, bewirkt er oben angebracht Epinastie, unten zuerst Hyponastie, der dann Epinastie deshalb folgt, weil der Wuchsstoff unten bald durch Ableitung verlorengeht. Das Entscheidende muß aber meines Erachtens sein, daß entweder die Oberseite stärker auf Wuchsstoff reagiert, oder daß sie ihn anzieht und festhält. Wie wäre es sonst zu erklären, daß Wuchsstoff, den man von unten durch die Gefäßbündel zuführt, nicht in der näherliegenden Unterseite Hyponastie bewirkt, sondern die Oberseite verlängert, wie die tatsächlich entstehende Epinastie lehrt? In bester Übereinstimmung mit dieser Auffassung stehen die Ergebnisse, die W. ZIMMERMANN für das Wachstum der gekrümmten Sproßenden von *Parthenocissus* fand. Hier ist immer die physikalisch obere Seite an Wuchsstoff reicher. Die Krümmung ergibt sich daraus, daß Ober- und Unterseite verschieden auf Wuchsstoff reagieren, die erste im Längenwachstum, die zweite im Breitenwachstum gefördert wird. Das zeigt sich auch bei künstlicher Wuchsstoffzufuhr: erfolgt sie allseitig, so kommt es zur Krümmung im normalen Sinne; oberseitig und unterseitig angebrachter Wuchsstoff führt zu negativer Krümmung, die Unterseite wird also nicht nur verbreitert sondern auch etwas verlängert. Aus dem Ganzen folgt, daß das Organ von sich aus querpolar ist und dies nicht erst auf Grund einer einseitigen Reizung wird. Bei *Parthenocissus* liegt also ein Plagiotropismus vor, und zwar ein Wechselgeotropismus in Verbindung mit einer Dorsiventralität des Organs. Dadurch ergibt sich eine Verbindung zu den rein nastischen Bewegungen, für die eine solche Dorsiventralität Voraussetzung ist. Nach ZIMMERMANN und HITCHCOCK (3) soll die Epinastie übrigens nur am Licht zurückgehen, im Dunkeln bleiben. Das hängt vermutlich mit der Eigenproduktion der Blätter am Licht zusammen. Äthylen bewirkt bekanntlich Epinastie und Wurzelbildung. Versuche von MICHENER machen es sehr wahrscheinlich, daß das Äthylen nicht direkt wirkt, sondern den Wuchsstoff beeinflußt. Es ergab sich nämlich, daß Weidenstecklinge durch Äthylen nur dann angeregt wurden, wenn gleichzeitig Heteroauxin zugeführt wurde.

In einer ausführlichen, durch Versuche ergänzten Darstellung gibt RICCA einen Überblick über das Reizleitungsproblem, bei der *Mimose*, deren Erregungssubstanz er vor 20 Jahren entdeckte. Diesen Stoff suchten jetzt unabhängig voneinander FITTING (2) und SOLTYS und UMRATH in mühevoller Arbeit rein darzustellen, und zwar der erstgenannte aus *Mimosa pudica*, die beiden anderen Autoren aus *Neptunia*

plena. Einzelheiten über die Aufbereitungsweisen, müssen in den Arbeiten selbst eingesehen werden. Hier sei nur gesagt, daß übereinstimmend durch basisches Bleiazetat eine quantitative Ausfällung des Stoffes erreicht wurde. Völlig rein konnten SOLTYS und UMRATH die Substanz nicht darstellen, da sie außerordentlich labil ist; immerhin gelang es, ein Präparat zu gewinnen, das noch in einer Verdünnung von 1 : 100 Millionen auf die Mimose wirkt. Es handelt sich um eine Oxysäure mit hohem Sauerstoffgehalt. Der Größenordnung nach ist das Äquivalentgewicht 250, das Molekulargewicht 500. Die Flüssigkeit, die sich in den von HABERLANDT beschriebenen Schlauchzellen befindet, und die beim Anschneiden der Blattstiele austritt, untersuchte RENZ. Es gelang ihr, die im Saft enthaltene Substanz rein in kristallinischer Form zu gewinnen und festzustellen, daß es sich um eine Oxyaminosäure handelt.

UMRATH und SOLTYS benutzten ihre Erfahrungen auch zur Darstellung der Erregungssubstanz der Papilionaceen, von denen einige, wie *Aeschynomene indica*, die als Testobjekt verwendet wurde, empfindlich sind. Ausgangsmaterial für die Stoffgewinnung war diese Pflanze selbst, ferner *Phaseolus vulgaris* und *Medicago sativa*. Das gewonnene, relativ reine Präparat zeigte, daß eine Substanz vorliegt, die der der Mimosoideen ähnlich ist, daß es sich also auch um eine Oxysäure handelt. Sie wirkt auch, auf *Phaseolus*-Perikarprien gebracht, zellteilungsauslösend, und zwar schon in Verdünnungen bis zu 1 : 50000, während Heteroauxin bei 1 : 5000 schon unwirksam ist. Die Papilionaceensubstanz kann *Mimosa* nicht erregen, umgekehrt wirken Mimosenextrakte zwar auf *Aeschynomene* und die Perikarprien, doch handelt es sich vermutlich nicht um die Erregungssubstanz selbst, sondern um andere Beistoffe. Bezüglich der Empfindlichkeit der Mimose zeigen BURGE, WICKWIRE und FULLER, daß sie tagsüber bestimmten Schwankungen ausgesetzt ist. Um 6 Uhr wird die Bewegung ausgelöst, wenn ein Gewicht von 68 mg aus 25 cm Höhe auf das Blatt fallen gelassen wird, ab 9 Uhr genügen schon 35—40 mg (Optimum der Empfindlichkeit), abends sind wieder 68 mg erforderlich. Die Temperatur war konstant. Bestimmend ist offenbar das Licht, da bei Dauerlicht das Optimum anhält, Dauerverdunklung wie die Nacht wirkt. BURKHOLDER und PRATT (1, 2) prüfen die Nyktinastie der Mimose. Verdunkelt man diese am Tage, so schließen sich die Blättchen, bei folgender Beleuchtung breiten sie sich wieder aus. Dies erfolgt um so langsamer, je länger die Verdunklung dauerte. Die Lichtempfindlichkeit ist morgens am größten und nimmt gegen 18 Uhr bis fast auf Null ab. Daraus folgt, daß auch bei dieser Pflanze ein autonomer Rhythmus vorliegt. Wird das Hauptgelenk oben oder unten mit Heteroauxinpaste bestrichen, so krümmt sich der Blattstiel weg. Ob das irgend etwas mit der Reizbewegung zu tun hat, bleibt unentschieden. Ich möchte annehmen, daß es sich um den üblichen Wachstumsvorgang und nicht um eine Beeinflussung des

Turgors handelt. Aus weiteren Versuchen der Genannten ergibt sich, daß die Öffnungsgeschwindigkeit der Blättchen nach Verdunklung mit der Lichtintensität steigt, wobei die Öffnungszeiten gegen die Lichtintensitäten gehalten eine Hyperbel ergeben. Wirksam ist der blauviolette und der rote Strahlenbereich, unwirksam sind Gelbgrün und Infrarot. Dies deutet auf Beziehungen zum Chlorophyllfarbstoff hin.

TAGEWA zeigt, daß bei *Phaseolus vulgaris* Spaltöffnungsbewegungen und Nyktinastie parallel gehen. Dem Öffnen der Spalten folgt die Tagesstellung, ihrem Verschuß die Nachtstellung. Beide Rhythmen lassen sich umkehren, wenn man tags verdunkelt, nachts beleuchtet. Bei dauernder Dunkelheit erlischt die Bewegung, der Stomata. Die Beziehungen zwischen Stomataweite, Lichtintensität und Lichtqualität wurden von HARMS einer eingehenden Prüfung unterzogen. Als wichtige Ergebnisse seien folgende genannt. Die Spannung der Schließzellen bis zum Augenblicke der Spaltenöffnung zeigt keine Beziehung zum zugeführten Energiequantum. Das gilt auch noch für den Beginn der Öffnung, erst dann ergibt sich innerhalb enger Grenzen die von STÄLFELT für allgemein gehaltene Gültigkeit der Produktregel. Wirksam sind in abnehmendem Maße die blauen, grünen und orange Strahlen, Rot wirkt viel schwächer, so daß bei Beleuchtungswechsel von Blau zu Rot Verschuß erfolgt. Demnach ist anzunehmen, daß es sich um eine Reizwirkung handelt, und daß ein Zusammenhang der Stomatabewegung mit der Assimilation nicht besteht. Die Stomata der Blattoberseite sind weniger empfindlich als die der Unterseite; ebenso die unterseitigen von Sonnenpflanzen gegenüber denen von Schattenpflanzen. Diese Tatsache läßt sich nicht auf eine durch größeren Bau bedingte Trägheit zurückführen, sondern beruht auf einer verschiedenen Empfindlichkeit des Plasmas. Dafür spricht auch, daß verschiedene Adaptationen möglich sind.

In einer groß angelegten Studie behandelt BÜNNING zusammenfassend die Physiologie der Variationsbewegungen unter Zugrundelegung seines hier mehrfach besprochenen Standpunktes. Soeben legt auch COLLA eine Zusammenfassung ihrer Studien in deutscher Sprache vor.

Literatur.

- AMLONG, H. U.: (1) Jb. Bot. 83 (1936). — (2) Ber. dtsch. bot. Ges. 54 (1936).
 BONNER, J.: (1) Jb. Bot. 82 (1935). — (2) Proc. nat. Acad. Sci. USA. 22 (1936).
 — BOYSEN-JENSEN, P.: Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Biol. Meddel. 13 (1936).
 — BRECHT, FR.: Jb. Bot. 82 (1936). — BROWN, N. A., u. F. E. GARDENER: Phytopathology 26 (1936). — BRUNNER, T.: Planta (Berl.) 26 (1936). — BÜNNING, E.: Erg. Biol. 13 (1936). — BURGE, W. E., G. C. WICKWIRE u. H. J. FULLER: Bot. Gaz. 97 (1936). — BURKHOLDER, P. R., u. R. PRATT: Amer. J. Bot. 23 (1936).
 COLLA, S.: Die kontraktile Zelle der Pflanzen. Protoplasma-Monogr. 10. Berlin 1937. — COOPER, W. C.: Plant Physiol. 10 (1935). — CORDES, H., u. F. LAIBACH: Jb. Bot. 84 (1936).

- DOLLFUS, H.: *Planta* (Berl.) **25** (1936). — DOSTAL, R.: *Ebenda* **26** (1936).
FABER, E. R.: *Jb. Bot.* **83** (1936). — LE FANU, B.: *New Phytologist* **35** (1936).
— FIEDLER, H.: *Z. Bot.* **30** (1936). — FISCHNICH, O.: *Planta* (Berl.) **24** (1935). —
FITTING, H.: (1) *Biol. Zbl.* **56** (1936). — (2) *Jb. Bot.* **83** (1936).
GEIGER-HUBER, M., u. E. BURLET: *Jb. Bot.* **83** (1936). — GESSNER, F.:
(1) *Ebenda* **82** (1936). — (2) *Biol. Zbl.* **54** (1934). — GOUWENTAK, C. A.: *Meded.*
Landbouwhoog. **40** (1936). — GOUWENTAK, C. A., u. G. HELLINGA: *Ebenda* **39**
(1935). — GRIEVE: *Nature* (Lond.) **1936 I**.
HAAN, J. DE: *Rec. Trav. bot. néerl.* **33** (1936). — HAIG, CH.: *Biol. Bull.* **69**
(1936). — HARMS, H.: *Planta* (Berl.) **25** (1936). — HEYN, A. N. J.: *Handbuch der*
biologischen Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 3 B. 1936. — HITCHCOCK, A. E.,
u. P. W. ZIMMERMANN: (1) *Contrib. Boyce Thompson Inst.* **7** (1935). — (2) *Ebenda*
8 (1936).
JOST, L., u. E. REISS: *Z. Bot.* **30** (1936).
KATUNSKIJ, V. M.: (1) *C. r. Acad. Sci. USSR., N. S.* **2** (1936). — (2) *Ebenda*
N. S. **3** (1936). — (3) *Ebenda N. S.* **2** (1936).
LAIBACH, F.: *Jb. Bot.* **83** (1936). — LAIBACH, F., u. O. FISCHNICH: (1) *Planta*
(Berl.) **25** (1936). — (2) *Ebenda* **26** (1936).
METZNER, P.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* **54** (1936). — MEYER, F.: *Inaugural-*
Dissert., Univ. Frankfurt a. M., Bühl-Baden 1936. — MICHENER, H. D.: *Science*
(N. Y.) **82 II** (1935).
NAGAO, M.: *Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ., 4. Ser. Biol.* **10** (1936).
OVERBEEK, J. VAN: *J. gen. Physiol.* **20** (1936).
PLCH, BR.: *Bot. Zbl.* **55** (Beih.) (1936). — POHL, R.: *Planta* (Berl.) **25** (1936).
RAALTE, M. H. VAN: *Proc. kon. Akad. Wetensch. Amsterdam* **39** (1936). —
REHM, S.: *Planta* (Berl.) **26** (1936). — RENZ, J.: *Z. physiol. Chem.* **244** (1936). —
RICCA, M.: *N. Giorn. bot. Ital., N. S.* **43** (1936). — ROBBINS, W. J., u. V. B. WHITE:
Bot. Gaz. **98** (1936). — ROGENHOFER, G.: *Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-*
naturwiss. Kl. I **145** (1936). — RUE, C. D. LA: *Amer. J. Bot.* **23** (1936).
SKOOG, F.: *J. cellul. a. comp. Physiol.* **7** (1935). — SNOW, R.: (1) *New Phyto-*
logist **35** (1936). — (2) *Ebenda* **34** (1935). — SÖDING, H.: (1) *Jb. Bot.* **82** (1936). —
(2) *Ber. dtsh. bot. Ges.* **53** (1936). — (3) *Ebenda* **54** (1936). — SOLTYS, A., u.
K. UMRATH: *Biochem. Z.* **284** (1936).
TAGAWA, T.: *Jap. J. of Bot.* **8** (1936). — THIMANN, K. V.: (1) *Amer. J. Bot.*
23 (1936). — (2) *Proc. nat. Acad. Sci. USA.* **22** (1936).
UMRATH, K., u. A. SOLTYS: *Jb. Bot.* **84** (1936).
WENT, F. W.: *Biol. Zbl.* **56** (1936).
ZIMMERMANN, W.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* **54** (1936). — ZIMMERMANN, W. A.:
Z. Bot. **30** (1936). — ZIMMERMANN, P. W., u. A. E. HITCHCOCK: (1) *Contrib. Boyce*
Thompson Inst. **7** (1935). — (2) *Ebenda* **8** (1936).

15. Vererbung.

Von FRIEDRICH OEHLKERS, Freiburg i. Br.

A. Allgemeine Vererbungslehre.

I. F_1 -Untersuchungen und das Heterosisproblem.

EAST bringt auch in diesem Berichtsjahr wieder eine Erörterung von F_1 -Problemen, und zwar greift er für eine zusammenfassende Darstellung der Heterosisfragen, diejenigen nach der Wüchsigkeit der Bastarde, heraus. Da er zugleich den Weg zu einer neuen Betrachtungsweise dieses ältesten aller genetischen Probleme zeigen will, sei seine Auffassung kurz wiedergegeben.

EAST geht von den Gedankengängen von JONES (1917) aus, wonach bei Fremdbefruchtung stets alle rezessiven Gene, die im Laufe der Zeit in irgendeinem Biotypus entstehen, von dominanten überdeckt werden, jedoch bei reinen, aus Inzucht gewonnenen Linien erscheinen. Dementsprechend muß nun bei einer dauernden Reinzucht zunächst ein Zurückgehen nach Fertilität und Vitalität der Linien erwartet werden. Tatsächlich findet sich bei *Mais*-Linien gewöhnlich bis zu einem Zeitraum von acht Jahren eine „Abnahme“ der Typen, dann bleiben sie konstant. Kreuzt man jedoch derartige „gereinigte“ Linien miteinander, so zeigt sich auch dann noch starke Heterosis, obwohl nunmehr die verdeckten Rezessiven nicht mehr vorhanden sein können. EAST weist darauf hin, daß die Heterosis solcher Kreuzungen noch anderer Erklärungen als diejenigen bloßer Dominanz bedarf. Weiter wendet sich EAST gegen die Theorien ASHBYS, der versucht hatte, dem Heterosisproblem von der Seite der Vererbung physiologischer Eigenschaften beizukommen. Die Keimlinge heterotischer Bastarde sollten in ihren ersten Wachstums- und Assimilationsperioden einen Vorsprung haben, der unter Umständen von dem Überwiegen des Samengewichts herrühren kann. EAST weist darauf hin, daß diesen Vorstellungen jedenfalls keine sehr allgemeine Gültigkeit zukommen könne; denn es sind eine Reihe von Beispielen bekannt, in welchen die Heterosis durch viele Generationen vegetativer Fortpflanzung weitergeführt werden kann. Es handelt sich also um ein Phänomen, das sich durchgehend auf allen Stadien der pflanzlichen Entwicklung manifestiert, nicht nur in den frühen.

EASTS eigene Theorie über die Heterosis steht auf einer ganz anderen Basis. Das Überwiegen der Bastarde soll danach überhaupt nicht durch solche Gene zustande gebracht werden, die wie die rezessiv-dominanten eine völlige Alternative in der Wirkung darstellen, sondern vielmehr durch die umfangreichen Serien von sog. quantitativen Genen. Es sind das diejenigen, die irgendeinen physiologischen Prozeß mehr oder weniger ansteigen lassen oder hemmen, irgendeine Größendimension in der Entwicklung mehr oder weniger verstärken oder zurückhalten. Die gegenseitige Wirkung derartiger Gene ist nun eine *additive*, wobei sich die Größe dieser Addition niemals von vornherein vorhersagen läßt, vielmehr von dem gegenseitigen Verhältnis der jeweils gegebenen Gene abhängt. Bei verschiedenartigen Kreuzungen von Formen, die sich in einer größeren Anzahl der-

artiger quantitativer Gene unterscheiden, wird also so etwas wie eine „Musterbildung“ zustande kommen, je nach dem gegenseitigen Verhalten der einzelnen Gene. Zur Beantwortung der Frage, wie man sich eine derartige Genwirkung im einzelnen vorstellen kann, läßt sich eine Äußerung von RASMUSSEN (1935) derjenigen von EAST gegenüberstellen. RASMUSSEN hat von seinen Untersuchungen bei *Pisum* folgende Vorstellung gewonnen: „The effect of each factor on the genotype is dependent upon all the other factors present, the visible effect of a certain factor being smaller the greater the number of factors acting in the same direction.“ Danach hat *A* und *B* je einen Effekt = 1, aber *A* + *B* einen Effekt, der geringer als 2 ist. EAST möchte noch ein anderes, nämlich funktionelles Moment mit in Rechnung stellen: „The commulative action of the non-defective allelomorphs of an given Gene approaches the strictly additive as they diverge from each other in function.“

Es ist keine Frage, daß man auf diese Weise die Heterosis erklären kann; sie ist wenigstens unter dem von EAST entwickelten Gesichtspunkt möglich. Freilich will es dem Referenten scheinen, als wenn damit lediglich die genetische Region gekennzeichnet ist, wo man die Grundlagen für den Heterosiseffekt aufzusuchen hat. Das Problem selbst ist damit weder gelöst noch auch nur vereinfacht. Es lautet nunmehr nur anders formuliert: wodurch bestimmt sich die verschiedenartige Wirkung einzelner Gene in verschiedener genetischer Kombination. EAST selbst macht darauf aufmerksam, daß ein Beweis im Augenblick kaum zu erreichen ist. Doch wird es im Gegensatz zu EASTS Meinung nicht allein genetischer, sondern vielmehr sorgfältiger entwicklungsphysiologischer Analyse bedürfen, um vorwärts zu kommen. Erstaunlich und nicht völlig zu verstehen ist, daß EAST in diesem Zusammenhange sowohl die Wirkung des Plasmas als auch diejenige der Plastiden außer acht läßt und ihre Mitwirkung bei dem Heterosiseffekt nicht einmal als möglich in Frage zieht. Ohne daß RENNER jemals direkt auf das Heterosisproblem eingegangen wäre, lassen sich aus seinen Arbeiten, die die Ergrünungsfähigkeit der Plastiden in verschiedenen genetischen Kombinationen betreffen, heterotische Effekte direkt ablesen!

SVESHNIKOVA beschäftigt sich mit dem Heterosisproblem bei ihren Kreuzungen verschiedener *Vicia*-Spezies. Es ist der Klarheit in der Behandlung dieser Fragen durchaus abträglich, wenn man eine Plus- und Minus-Heterosis unterscheidet. Unter der Minus-Heterosis werden die sog. „dwarfs“ verstanden; EAST hat schon mit Recht die Einbeziehung dieser Formen in das Heterosisproblem ausgeschaltet, denn dabei handelt es sich gewöhnlich um vollkommen monströse Formen, die mit den heterotischen nicht in Parallele gesetzt werden sollten. Im übrigen wird auch hier das Heterosisproblem auf die Aktion additiver Charaktere geschoben.

Andere, unmittelbar mit den F_1 -Problemen zusammenhängende Fragen behandelt LEHMANN, der Studien über die interspezifische Sterilität in der Gattung *Nicotiana* unternimmt. Seine Resultate gehen im Grunde nur auf eine entwicklungsgeschichtliche Charakterisierung der Phänomene aus, weniger auf die Feststellung exakter genetischer Beziehungen, sie gehören also durchaus zu den F_1 -Problemen. Als Gesamtergebnis kann man, von vielen interessanten Einzelheiten abgesehen, feststellen, daß „die Sterilität einer Kreuzung durch die Störung des Entwicklungsablaufes an jeder Stelle zwischen Pollenkeimung und Samenkeimung bedingt sein kann“. Auch ZAFAR ALAMS Analyse der Selbststerilität bei *Eruca sativa* gehört hierher, weil keine eigentlich genetische Abgrenzung der Einzelfaktoren durchgeführt wurde.

II. Genomanalysen.

a) Genomanalysen auf normaler chromosomaler Basis (Rassenbastarde).

1. **Tetradenanalysen.** LINDEGREN versucht in seinen Studien mit Hilfe der Tetradenanalysen bei *Neurospora* in der Charakterisierung besonders der Geschlechtschromosomen weiter vorzudringen. Eine Anzahl neuer Gene sind aufgefunden worden, die den Wuchs von *Neurospora* beeinflussen, sowie die Konidienbildung. Dabei ist es gelungen, einen Teil dieser neu entdeckten Gene auf dem Geschlechtschromosom zu lokalisieren, so daß nunmehr dort folgende Seriiierung vorhanden ist: Geschlecht, gap, Spindelfaseransatz, crisp, pale und dirty. Mit recht gut übereinstimmenden Crossing-over-Werten ist das Ganze auf der Basis der früheren von LINDEGREN entwickelten Vorstellungen von der Koppelung dieser Gene mit dem Spindelansatzpunkt interpretiert.

KNAPP hat sich mit der Tetradenanalyse bei dem Lebermoos *Sphaerocarpus* beschäftigt. Er hat — wie im Vorjahre berichtet wurde — durch die Einwirkung von Röntgenstrahlen auf die Sporen des Mooses und auch spontan eine größere Anzahl von Mutanten gefunden. Werden nun von solchen Mutanten dihybride Aufspaltungen in Verbindung mit dem stets vorhandenen Geschlechtsfaktor untersucht, so stellt sich dabei einmal heraus, daß das Geschlecht stets präreduktionell verteilt wird, und daß die anderen Erbfaktoren (es werden 70 genannt) in abwechselnden Prozentsätzen postreduktionell spalten. Hier ist es nun vorläufig unmöglich, zu LINDEGRENS Theorie Stellung zu nehmen, worin die Postreduktion durch Chromatiden — crossing-over mit dem Spindelansatzpunkt erklärt wird, der seinerseits stets präreduktionell spaltet. KNAPP diskutiert die verschiedenen Möglichkeiten an der Hand eines übersichtlichen Schemas.

MOEWUS arbeitete mit *Chlamydomonas*-Kreuzungen. Dabei konnte es durch die Sorgfalt der Kulturmethode erreicht werden, daß es niemals Ausfälle gab und sich die Kulturen bis auf 2000 Zygotenisolationen und 8000 Keimlingskulturen steigern ließen. In der Kreuzung *Chlamydomonas paradoxa* × *Chl. pseudoparadoxa* findet MOEWUS stets eine normale Aufspaltung nach + und — Geschlecht, daneben aber eine bestimmte Anzahl monözischer Abkömmlinge. Für deren Entstehung hat sich als Grund ein Austausch der *F*- und *M*-Faktoren auf dem Realisatorchromosom nachweisen lassen. Zytologisch läßt sich zeigen, daß von den vier Keimlingen der Zygoten vielfach zwei zugrunde gehen. Dieses Verhalten wird mit dem genetischen Befund in Zusammenhang gebracht, und die zugrunde gehenden Keimlinge als „realisatorenfreie“ angesehen; sie entstehen in den Schwesterzellen der „monözischen“, die beide Realisatoren haben müssen. Weiterhin machte MOEWUS Experimente mit der Kreuzung *Chlamy-*

domonas eugametos × *Chl. paupera*. Eine Aufspaltung nach mehr als 10 Erbfaktoren hat sich hier durcharbeiten lassen und liefert wichtige allgemeine Resultate.

2. Koppelungsanalyse durch Kreuzungsuntersuchungen. WINGE hat nunmehr seine 15jährigen Bemühungen um die Koppelungsanalyse von *Pisum* zum Abschluß gebracht. Über 17 der bei diesem Objekt bekannten Gene sind neue Untersuchungen angestellt worden und neue Zahlen zur Beurteilung ihrer Koppelungsverhältnisse beigebracht. Alle Zahlen werden auch hier, wie bei *Pisum* üblich, an F_2 -Kulturen erarbeitet, wobei zuletzt die Resultate auch aller übrigen Autoren, die sich vorher mit dem Objekt beschäftigten, noch einmal nach einem einheitlichen Kalkulationswege nachgerechnet werden.

Damit sind nun im ganzen 37 Gene in das System eingeordnet und merkwürdigerweise ist noch immer die Gesamtzahl von acht Koppelungsgruppen dabei aufgefunden worden. Man kann heute nicht mehr erwarten, daß dieses Resultat, obwohl es über die Chromosomenzahl 7 hinausgeht, irgendwie unseren Grundvorstellungen über die Koppelung widerspricht, vielmehr ist anzunehmen, daß zwei dieser acht Gruppen faktisch zu einer Koppelungsgruppe vereinigt werden müssen. Ein crossing-over von 50 % ist ein Wert, der häufig genug gefunden ist, um diese Annahme nicht als grundlose Hypothese erscheinen zu lassen.

GRUBER und KÜHL setzen ihre früher schon (1932) begonnenen Versuche, die Koppelung von Blütengenen mit solchen über Selbststerilität in den verschiedenen Wildarten von *Antirrhinum* festzustellen, nunmehr noch eingehender fort.

Die früher schon gemachten Angaben über die Koppelung dieses Genes mit dem Gen Rad für den Gegensatz zygomorpher-radiärer Blüten wird erneut bestätigt und erweitert. Es ließ sich nun auch zeigen, daß das mit Rad gekoppelte Gen Red (Reduktablüte) und das in derselben Koppelungsgruppe vorhandene Gen Hem (hemiradialis) dieselben Koppelungen mit der Selbststerilität aufweist. Weiterhin wurde nun an Hand des jetzt umfangreichen Zahlenmaterials eine Berechnung des Austausches vorgenommen, des crossing-overs zwischen dem Gen für Selbststerilität und den Genen Rad und Red. Es findet sich eine starke Differenz in den Koppelungswerten zwischen den Allelen der verschiedenen Wildarten mit ein und demselben Majus-Gen: für Rad schwanken die Crossing-over-Werte von nahezu 0 (0,18) bis zu 25 % und für die Koppelung mit Red zwischen 18 % und nahezu 35 %. Da Zufallsschwankungen ausgeschlossen sind, ist eine Erklärung sehr schwierig und wird sich erst durch noch eingehendere Bearbeitung des Phänomens erreichen lassen.

MOFFET zeigt an *Tropaeolum majus*, daß innerhalb der 13 Gene, die nunmehr darin bekannt sind, genauere Befunde über die Koppelung noch nicht gegeben werden können. GAIRDNER gibt innerhalb der Faktoren von *Cheiranthus Cheiri* an, daß unter den 6 nunmehr bekannten Erbfaktoren eine Koppelungsgruppe vorhanden ist, die drei davon umfaßt. RHOADES untersucht mit sehr interessanter Methode die genaue Serrierung der Faktoren auf dem Chromosom V bei *Mais*, in welchem

eine Reihe wohlbekannter Gene liegen. Er erhielt eine Form, die ein Chromosomfragment besitzt, das allein aus dem kurzen Arm des Chromosoms V besteht. Damit konnten diejenigen Gene genetisch eruiert werden, die auf dem kurzen und die auf dem langen Arm des Chromosoms liegen.

3. Multiple Allelie und labile Gene. Wir fassen die zahlreichen Untersuchungen über labile Gene hier an dieser Stelle zusammen, obwohl schon mehrfach darauf hingewiesen ist, daß das instabile Verhalten von Genen recht verschiedenartige Ursachen haben kann. Es hat sich aber gerade in diesem Jahr so häufig eine Beziehung zum Problem der multiplen Allelie ergeben, daß eine Zusammenfassung damit gerechtfertigt ist. — Eine normale Reihe stabiler multipler Allele beschreibt PUNNETT für *Lathyrus odoratus*: er findet, daß der Charakter der Blütenstreifung von einer solchen Serie abhängig ist. G_1 bedingt gleichmäßige Verteilung der Farbe, G_2 Streifung und g Farblosigkeit. — KUCKUCKS neue Studien zeigen andersartige Serien bei *Antirrhinum*. Vier neue Reihen multipler Allele werden zunächst beschrieben, die Niv-Serie¹, 2. die Inc-Serie, 3. die Mut-Serie und endlich 4. die Rad-Gruppe. Dabei hat sich herausgestellt, daß in den beiden ersten Gruppen außer den stabilen dominanten und rezessiven Genen je ein Rekurrens-Gen (rec) vorhanden ist, das eine bestimmte Rate von Rückmutationen aufweist. So enthalten diese Gruppen je 3 Glieder. Bei den beiden anderen Gruppen (mut und rad) sind dagegen eine große Anzahl von mutablen Genen vorhanden; in der Mut-Gruppe ist überhaupt kein stabiles rezessives Gen vorhanden, dafür aber 5 verschiedene Rekurrens-Gene, so daß in dieser Serie mit dem einen dominanten 6 verschiedene Glieder vorhanden sind. Diese Rekurrensglieder unterscheiden sich in der Höhe des Prozentsatzes, in welchem sie zum dominanten Gen zurückschlagen. In der Rad-Serie finden sich 7 Glieder, ein Rad und 6 verschiedenartige rezessive, die die Ausbildung der radiären Blüten bedingen. Drei von diesen Genen zeichnen sich außerdem noch durch starke Labilität aus, wiederum also durch ihre Fähigkeit, zum dominanten Typus zurückzuschlagen. — Unmittelbar angeschlossen sei hier eine Arbeit von COLLINS über ein rückmutierendes Gen bei *Annanas comosus*. Er findet eine Rückmutationsrate von 4,95% bei dem Gen, das glatte Blätter im Gegensatz zu dornigen bedingt.

Mit diesen Befunden wird unsere Kenntnis einer bestimmten Gruppe der labilen Gene wesentlich erweitert, derjenigen, deren Labilität darin besteht, daß ein mehr oder weniger starkes Rückmutieren zum dominanten Typus auftritt. Eine zusammenfassende Darstellung auch aller älteren hierher gehörigen Arbeiten

¹ Die Bedeutung dieser Bezeichnung und die Beschreibung der Mutanten läßt sich aus der Arbeit: SCHICK u. STUBBE: Die Gene von *Antirrhinum* III. Z. Abstammungslehre 66, 425—462 (1934) entnehmen.

gibt DEMEREC. Es wäre nun von großem Interesse, festzustellen, wieweit der Labilitätsgrad (die hohe oder geringe Rückmutationsrate) der einzelnen multiplen Allele innerhalb dieser Formen seinerseits stabil ist oder ob er sich im Laufe größerer Generationszusammenhänge ändert. Sollte letzteres der Fall sein, so wäre damit die Brücke zu einer anderen Gruppe von labilen Faktoren hergestellt, die wie die *Cruciata*-Gene bei *Oenothera* sich in ihrem Gesamtzustand ändern.

Wir fügen hier nunmehr Untersuchungen über andersartige labile Gene an, deren Charakter sich keineswegs mit derselben Präzision erfassen läßt, wie die bisher genannten. ERNST gibt zwei neuere Zusammenfassungen seiner Untersuchungen über die Calycanthemie bei *Primula*. Auch bei allen anderen Pflanzen, bei denen diese Kelchanomalie auftritt, hat sich gleichzeitig feststellen lassen, daß sie mindestens in der phänotypischen Ausprägung ungewöhnlich labil ist: alle Übergänge von rein sepaloiden Kelchblättern bis zu völlig petaloiden sind beobachtet worden.

ERNST hat schon früher feststellen können, daß eine Koppelung zwischen den Genen für Kurz- und Langgrifflichkeit bei *Primula* besteht und denjenigen, die für die Calycanthemie verantwortlich sind. Koppelung und Faktorenaustausch sind auch nun wieder konstatiert. Weiterhin hat sich ERNST mit der Frage beschäftigt, wie weit die Ausprägungsstärke des Merkmals phänotypisch oder genotypisch bedingt ist. Er kommt zu der Auffassung, es handele sich um genotypisch bedingte Differenzen, so daß auch hier ein labiles Gen von ähnlicher Konstitution im Spiele sei wie bei den *cruciaten Önotheren*. Der für diese Auffassung entscheidende Versuch besteht in der Aufzucht deutlich verschiedener Nachkommenschaft von verschieden stark calycanthenen Zweigen ein und derselben Pflanze.

Nachdem HARDER in den letzten Jahren die Labilität in dem Auftreten der Blütenscheckung bei *Petunien*-Hybriden rein entwicklungsphysiologisch durch das Vorhandensein einer sensiblen Phase und die variable Einwirkung des Lichtes hat erklären können, befaßt sich nunmehr HANS VON WITSCH mit der genetischen Grundlage der Blütenscheckung, und dabei stellt sich in der Tat heraus, daß nach seinen Versuchen von einer genotypischen Labilität nicht die Rede sein kann. Vielmehr handelt es sich um einfach spaltende Faktoren, die — wie zu erwarten — unabhängig von der Anthozyanenbildung als solche sind; Nachkommen der gleichen Pflanzen unterscheiden sich in ihrem Scheckungsverhalten nicht. Des Referenten eigene langjährige Versuche mit diesem Objekt werden diese Auffassung freilich noch etwas modifizieren.

b) Genomanalyse bei reziproker Translokation.

Auf der Basis der reziproken Translokationen sind wiederum innerhalb der Gattung *Oenothera* mehrere Arbeiten zu verzeichnen. STERLING EMERSON beschäftigt sich mit einer neuen genetisch-zytologischen

Analyse der *Oenothera pratincola* und ihrer Mutanten *formosa*. Das Ziel dieser Untersuchung ist einmal, das alte Material von BARTLETT und seinen Mitarbeitern in das neue System translozierter Genome einzuordnen und außerdem eine Theorie für das Auftreten der Mutation zu gewinnen. EMERSON führt zunächst eine Komplexanalyse im neuen Sinne durch, womit er sogleich eine Endenidentifikation verbinden konnte, die sich für einige Chromosomen sichern, für andere Chromosomen mindestens wahrscheinlich machen lassen konnte.

Die *Oenothera pratincola* besitzt zwei Komplexe, α und β in der alten Bezeichnung von BARTLETT. α ist derjenige, der chromosomal am weitgehendsten analysiert ist, er besitzt die Chromosomen 1.2, 3.4, 7.10 und 11.12, ferner entweder 5.14, 6.13 oder 5.13 und 6.14. Der β -Komplex ist noch viel weniger identifiziert, lediglich einige Alternationen konnten gewonnen werden. Weiterhin ist es dem Verfasser gelungen, den genomatischen Zustand der Mutante *formosa* genauer zu identifizieren; ihr Eizellenkomplex hat fünf Chromosomen vom Komplex α der normalen *pratincola*, im übrigen sind die Chromosomen 1.2 und 3.4 durch 1.4 und 2.3 ersetzt. Bei diesem Prozeß ist das Chromosom 1.4 direkt von der *typica* genommen, während das Chromosom 2.3 offenbar durch eine neue Translokation zustande kommt. Dabei scheint das Zweierende dem Chromosom 1.2 von α anzugehören und das Dreierende einem x -Chromosom von β . Es wird nun auf der Basis der Hypothese DARLINGTONS, wonach jedem *Önotheren*-Chromosom ein nichtpaarendes (weil nicht homologes) Mittelstück zukommt, die Meinung vertreten: die neue Translokation käme dadurch zustande, daß das Mittelstück des Chromosoms 1.2 von α und das des Chromosoms 3. x von β einander homolog sind und zuweilen ein crossing-over ergeben. Es ist hier nicht der Ort, um eingehender zu diskutieren, warum EMERSONS Auffassung für diesen Fall viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Im übrigen sei aber kurz bemerkt, daß DARLINGTONS Hypothese von dem Vorhandensein eines nichthomologen Mittelstückes bei den verketteten *Önotheren*-Chromosomen eine viel zu weitgehende Verallgemeinerung bedeutet. Nach den neueren zytologischen Arbeiten des Freiburger Instituts bestehen die Mittelteile der Chromosomen aus Heterochromatin, das mindestens in einigen sicheren Fällen eine einwandfreie Paarung ergibt. Dieser Befund schließt die Möglichkeit gewiß nicht aus, daß bei der Zusammenstellung der Genome auch hin und wieder unpaare Mittelstücke vorkommen, die im Laufe der Phylogenie durch Deletionen, Inversionen oder Dislokationen entstanden sein mögen. Es ist aber unbedingt notwendig, die empirische Grundlage für diese Vorstellungen auch zytologisch zu sichern, bevor noch weitere Hypothesen auf der ersten noch völlig unbewiesenen errichtet werden.

DARLINGTON selbst erweitert in einer kleinen Abhandlung seine Hypothese noch um einen Ausblick auf eine mögliche Einwirkung auf das crossing-over bei *Oenothera*. Er zeigt an Hand einiger Schemata in theoretisch überzeugender und eleganter Weise, daß ein interstitielles Chiasma zwischen zwei Translokationspunkten in einer *Önotheren*kette den Betrag des crossing-overs um 50% herabsetzen muß. Die spärlichen empirischen Befunde freilich, die über das crossing-over bei *Oenothera* vorliegen, stützen seine Auffassung nicht durchaus.

Der Referent hat vor einigen Jahren gezeigt, daß zwar eine sehr weitgehende Differenz in den Werten ein und desselben crossing-overs vorhanden sein kann, sofern man verschiedene Komplexzusammenstellungen untersucht, diese Differenzen stimmen in der Beziehung auf Bivalente oder Ketten jedoch nicht mit

DARLINGTONS Hypothese überein. In den zytologischen Arbeiten des Referenten sind aber jetzt schon eine Reihe von anderen Möglichkeiten enthalten, wonach das crossing-over in seinem Betrag herabgesetzt werden kann. Von hier aus muß das Problem also neu diskutiert werden.

Nachdem nun ein großer Teil der diploiden *Önotheren* auf der Basis der Translokationshypothese eine neue Interpretation erfahren hat, und nachdem ferner vor einigen Jahren durch HÖPPENER und RENNER und SEITZ die tetraploiden *Önotheren* in ihrem genetisch-zytologischen Verhalten ebenfalls neu durchdacht wurden, bleibt nur noch eine weitere Gruppe zu neuer Untersuchung übrig, das sind die hyperdiploiden von der Formel $2n + 1$.

EMERSONS neue Abhandlung über diesen Gegenstand bemüht sich zunächst, die in der Literatur vorhandenen Daten über die *Oenothera*-Trisomen mit der Translokationshypothese in Übereinstimmung zu bringen, er zeigt ferner, daß es mit Hilfe der verschiedenen $2n + 1$ -Formen möglich sein muß, die in den großen Ketten der *Önotheren* vorhandenen Chromosomen auch noch genetisch zu identifizieren. Im experimentellen Teil werden neue genetische Befunde von der *Oe. lata* gebracht, die es deutlich machen, daß das Extrachromosom der *lata* ein *gaudens*-Chromosom ist.

Die beiden anderen Autoren, CATCHESIDE und FORD, beziehen nun DARLINGTONS Vorstellung von dem „differential segment“ mit in die Diskussion ein, um die hypothetische Grundlage zur Interpretation der Trisomen zu erweitern. So wird eine sehr große Anzahl möglicher Formen daraus abgeleitet. CATCHESIDE bearbeitet im übrigen die *Oe. lata* und findet auch wie EMERSON, daß das Extrachromosom ein *gaudens*-Abkömmling ist. Ferner bringt er eine interessante Theorie über die in der Nachkommenschaft der *Lata* stets gefundene *albida*, sie soll = *velans. velans + lata*-Chromosom sein. FORD beschäftigt sich mit Trisomen aus der Nachkommenschaft der *Oe. biennis* bzw. der *Oe. laevigata*, einer Form, die GATES aus Kanada neu der Bearbeitung zuführte.

Andere Ziele verfolgt eine neue Arbeit RENNERS: er gibt eine Mitteilung seiner Analysen einer neu aufgetretenen dominanten semiletalen Mutation im *flavens*-Komplex der *Oe. suaveolens*, und zwar innerhalb dessen 7.8 Chromosoms. Der Phänotypus heterozygotischer Pflanzen ist recht schwach, niedrig, sie sind ferner meistens sehr schmalblättrig (daher die Bezeichnung *Taeniata*) und wenig fruchtbar. Derjenige homozygotischer Pflanzen ist noch eingeschränkter, sie sind fast nicht mehr lebensfähig und kommen nie zur Blüte. Besondere Schmalblättrigkeit ist wie gesagt charakteristisch, sowie eine Störung der Gewebebildung, die sich im Mesophyll der Blätter anzeigt. RENNER weist darauf hin, einmal daß das Auftreten einer dominanten Mutante bei *Oenothera* ungewöhnlich ist, alle übrigen beobachteten Mutanten sind rezessiv; abgesehen davon ist das Auftreten schmalblättriger Formen bei *Oenothera* eine sehr häufige Erscheinung, wie die oben beschriebene Mutante *formosa* zeigt und RENNER noch durch andere Beispiele aus der Literatur belegen konnte.

Wie ungemein fruchtbar auch für andere Gruppen außerhalb der klassischen Objekte *Oenothera* und *Datura* die Translokationshypothese werden kann, zeigen noch eine Reihe von anderen Arbeiten. Daß die darin behandelten Gattungen *Zea* und *Pisum* dazu gehören, ist nun auch schon seit geraumer Zeit bekannt. Neu in diese Gruppe einzuordnen sind gegenwärtig *Triticum* und *Vicia*.

Mit Hilfe der bei *Zea Mais* bekannten Translokationen hat sich nun auch in der Arbeit von ARNASON der Bastard *Zea Mais* \times *Euchlaena mexicana* und damit das Genom von *Euchlaena* analysieren lassen. Bei der Kreuzung zwischen *Euchlaena* und einer o-normalen Maisrasse finden sich nämlich im Bastard heteromorphe Bivalente, die ihre Heteromorphie zwar nicht morphologisch, sondern in einer gestörten Paarung in der Diakinese anzeigen. In den verschiedenen Kreuzungen, die Viererringe ergeben müssen, kann man feststellen, wann eins der heteromorphen Bivalente verschwindet. Es ist klar, daß dann eins der dazugehörigen Chromosomen am Aufbau des Ringes beteiligt ist. So ließ sich zeigen, daß sich Chromosom 1, 2, 6 und 7 von *Mais* vollständig mit *Euchlaena* paart, Chromosom 5 ist am Aufbau eines heteromorphen Paares beteiligt, und die Paarung in Chromosom 8 und 9 ist unvollständig. Erhöht wird der Erfolg dieser Methode noch dadurch, daß der zytologischen Untersuchung eine genetische parallel gehen konnte. Koppelungsversuche zeigen, daß dort, wo der Bastard normale (im Vergleich mit *Mais*!) Paarung aufweist, auch die Crossing-over-Werte normal sind. Im Bereich des Chromosoms 9 jedoch, wo zytologisch ein Ausfall der Endpaarung nachgewiesen ist, sinkt der Crossing-over-Wert ab, ein Befund, der für die Charakterisierung des zytologischen Ablaufes vom crossing-over von Bedeutung ist. NIELSSON untersucht innerhalb seiner Erblichkeitsanalyse von *Pisum* nunmehr eine größere Anzahl von *Pisum*-Genomen auf ihren Translokationszustand. Verwendet werden dazu nur solche Sorten, bei denen sich Fälle von Semisterilität zeigen. Eine große Anzahl gehört dem normalen Primärtypus an. Drei neue abweichende Primärtypen sind gefunden worden, und es wird nun eine Übersicht über die bei *Pisum* vorhandenen normalen und translozierten Genome gegeben. SVESHNIKOVA berichtet über Kreuzungen innerhalb der Gattung *Vicia* und versucht den Weg zu zeigen, wie bestimmte Chromosomenveränderungen (Dislokationen und Translokationen) über Artbastardierungen entstanden sein können. L. SMITH kann zeigen, daß bei den inter- und intraspezifischen Kreuzungen in der Gattung *Triticum*, vorzüglich unter Beteiligung von *T. monococcum* und *aegilopoides*, dann ein Viererring auftritt, wenn *Triticum aegilopoides* var. *baidaricum* verwendet wird. Auch durch Einwirkung von Röntgenstrahlen haben sich Translokationen herbeiführen lassen.

c) Genomanalyse innerhalb polyploider Formen.

Bei einer Kreuzung zwischen *Geranium sanguineum* und *G. lancastricense* kann SANSOME ein recht gut angenähertes Zahlenverhältnis für eine autohexaploide Spaltung in der Blütenfarbe nachweisen. Gestützt wird diese Ableitung durch die Chromosomenzahl von *G. sanguineum* mit $2n = 28$. MATHER bringt statistische Kalküle über Spaltung nach monofaktoriellen Genen innerhalb autotetraploider Systeme und gleichzeitig auch über das crossing-over. Umfangreiches Material aus der Literatur wird zum Nachweis seiner Überlegungen durchgearbeitet.

d) Genomanalyse bei Artbastarden.

1. **Faktorenanalyse.** Innerhalb einer zwar kurzen, aber sehr interessanten Arbeit über Artbastarde in der Gattung *Geranium* (*Geranium Endressi* \times *striatum*) zeigt SANSOME, daß eine einwandfreie Spaltung nach einem Faktor für Pollensterilität (wovon im Abschnitt über Plasmawirkung noch zu sprechen sein wird) zu erkennen ist. Ferner werden noch Spaltungen nach der Pollenfarbe, der Blütenfarbe, der Farbe des Griffels und einer solchen für das Vorhandensein eines Farbfleckens auf den Blättern beschrieben. Normales Verhältnis von Dominanz zu Rezession wird festgestellt, Anzeichen für das Vorhandensein irgendeiner Koppelung sind nicht vorhanden. In einer ansprechenden Studie kann BEATUS zeigen, daß sich innerhalb der *Veronica*-Gruppe *fruticulosa* die beiden Arten *V. fruticans* und *V. fruticulosa* mit je 8 Chromosomen leicht kreuzen lassen. In den Spaltungen dieses Bastardes gelingt es, zwei Faktoren für die Blütenfarbe zu analysieren. Es ließ sich ein Faktorenpaar, *Ff*, unterscheiden, welches die Anthozyanmenge in den Blütenblättern bestimmt, und ein anderes, *Aa*, welches alkalischen (*A*) oder sauren (*a*) Zellsaft bestimmt. Wuchsform, Blätter, Kapselform konnte auch noch näher verfolgt, aber nicht so im einzelnen analysiert werden wie die Blütenfarbe. Verfasser konnte es wahrscheinlich machen, daß die in der Natur auftretenden Zwischenformen auf Bastardspaltungen zurückzuführen sind.

2. **Chromosomenanalyse.** Um den Umfang dieses Beitrages nicht zu sehr zu überschreiten, können weitere Arbeiten, die sich mit Artbastardierungen befassen, nur noch genannt werden. WEBBER befaßt sich mit Artbastarden in der Gattung *Gossypium*, ebenso HARLAND und HUTCHINSON. Innerhalb der Getreideforschung kann MATSUMURA in Untersuchungen an pentaploiden *Triticum*-Bastarden den Nachweis führen, daß die Chromosomen nach dem Zufall verteilt werden. NISHIYAMA bearbeitet *Avena*-Bastarde, und auch die oben schon genannte Arbeit von SMITH über *Triticum*-Bastarde gehört in diesen Zusammenhang. BEATUS und SCHLENKER führen in ihren *Veronica*-Untersuchungen auch eingehende chromosomale Studien durch. SEITZ und BLEIER befassen sich mit Bastarden in der Gattung *Beta* und LEVAN mit solchen in der Gattung *Allium*. AFIFY beschäftigt sich mit Bastarden unter *Aconitum* und *Solanum*-Arten, und LAWRENCE mit solchen innerhalb der Gattung *Delphinium*.

III. Analyse der Plasmawirkung bei der Vererbung.

Es hat sich in den letzten Jahren vielfach gezeigt, daß man bei der Mitwirkung des Plasmas im Vererbungsgeschehen zwischen zwei voneinander trennbaren Elementen zu unterscheiden hat. Man muß die *Plastiden* als selbständige genetische Elemente von dem *Zytoplasma*,

soweit es dafür in Frage kommt, scharf trennen. Dementsprechend fassen wir die hierher gehörigen Arbeiten auch in zwei getrennten Abschnitten zusammen.

a) Analyse des Plastidoms.

Eine umfangreiche Arbeit über die nichtmendelnde Buntheit der Blätter von RENNER faßt, in terminologischer und sachlicher Hinsicht von mustergültiger Klarheit, alles zusammen, was hier zu sagen wäre. Zugleich ist eine bedeutende Übersicht über die Literatur der letzten zwei Jahrzehnte darin vorhanden. Einiges wenige der neuen Resultate sei kurz gestreift. So werden für *Oenothera* neue Belege dafür erbracht, daß die Plastiden der spontanen Arten spezifisch verschieden sind und ihre Qualitäten durch ein viele Generationen langes Zusammenleben mit artfremden Genomen nicht verändern. Diese spezifische Verschiedenheit zeigt sich phänotypisch in einer Hemmung der Ergrünungsfähigkeit bei dem Vorhandensein bestimmter Genome. Ja, RENNER macht darauf aufmerksam, daß es in absehbarer Zeit vermutlich gelingen wird, die in den betreffenden Genomen dafür verantwortlichen Erbfaktoren im einzelnen herauszuarbeiten. Weiterhin kann RENNER durch Mutation defekt gewordene Plastiden nunmehr auch bei *Oenothera* aufweisen. Diese verhalten sich genau so, wie die Plastiden der albotunicaten *Pelargonien*. Sie bleiben in allen geprüften Genomverbindungen unfähig, Chlorophyll zu erzeugen. *Albomaculatio* wird nach RENNERS Auffassung im Anschluß an GREGORY und WINGE auf Entmischung gesunder und kranker Plastiden zurückgeführt, sie geht regelmäßig in sektoriale und periklinale Panaschüre über. Die oftmals betonte Differenz in den Anschauungen zwischen RENNER und KONRAD L. NOACK spricht sich wiederum in einer Arbeit von UFER aus, in den Erblichkeitsuntersuchungen an der Pelargonienrasse *Freak of nature* dargestellt werden. Sie ist, worauf in RENNERS Arbeit auch hingewiesen wird, eine Chimäre aus zweierlei genetisch verschiedenen Geweben. Die genetische Verschiedenheit wird aber nach UFRS Auffassung durch ungleichen Aufbau der zugehörigen Plasmen bedingt, welche ihrerseits die Beschaffenheit der Plastiden bestimmen. Es ist nicht unwichtig, daß weder chemisch noch durch Fluoreszenzuntersuchungen in den generativen Zellen von Pelargonien Plastiden nachgewiesen werden konnten. IMAI befaßt sich ebenfalls mit ähnlichen Untersuchungen an japanischen und anderen *Pelargonien*. Für zwei verschiedene Materialien nimmt er zweierlei Interpretationen in Anspruch. Die eine Form der Variegation läßt sich im Sinne RENNERS durch Entmischung gemischter Plastidensorten erklären, und die andere durch eine wiederholte, von außen angeregte Mutation der Plastiden, die ihrerseits durch ein rezessives dauernd mutables Gen angeregt werden. V. L. RISCHKOW bearbeitet entwicklungsgeschichtlich die bunt-

blättrigen Formen von *Petunia*, *Salix aurita*, *Ballota nigra* und *Pelargonium* und beteiligt sich an der oben angegebenen Diskussion.

b) Analyse des Plasmons.

LEHMANN und seine Schule beschäftigt sich in einer zusammenfassenden Darstellung, woran drei verschiedene Einzelarbeiten beteiligt sind, mit neuen Versuchen zur Klärung der reziproken Verschiedenheiten bei *Epilobium*-Bastarden. Der Verfasser hat schon mehrfach darauf hingewiesen, daß er VON WETTSTEINS Formulierung des Plasmonbegriffes abgeneigt ist, und er sucht auch hier wieder den Nachweis im Sinne von EAST zu erbringen, daß das Plasma eine Präformation durch das Genom erhält, und die dadurch erhaltenen Eigenschaften zwar gewisse Generationsfolgen hindurch weiterzugeben vermag, dem Genom gegenüber jedoch nicht selbständig ist.

Bei Artkreuzungen in der Gattung *Epilobium* finden sich bei *E. hirsutum* und *E. parviflorum* sehr häufig reziproke Verschiedenheiten. Diese reziproken Verschiedenheiten kommen dadurch zustande, daß große Gruppen von Merkmalen in ihrer Entfaltung in einem bestimmten Plasma gehemmt werden. LEHMANN und seine Schüler suchen nun den Nachweis zu erbringen, daß die verschiedenen Hemmungsgrade, die durch einzelne Biotypen von *E. hirsutum* zustande kommen, mit dem Vorhandensein von Wuchsstoffen in Übereinstimmung zu bringen sind, die diese Biotypen enthalten. Diesen Nachweis erbringen die Arbeiten der Schüler LEHMANN'S. Damit wird dann die Hemmungswirkung bestimmter Plasmen durch den Mindergehalt der betreffenden Biotypen an Wuchsstoffen erklärt.

Einen weiteren Beitrag zur Analyse der Plasmawirkung liefert SANSOMES obenerwähnte Untersuchung des Pollensterilitätsfaktors bei den Kreuzungen zwischen *Geranium Endressi* \times *striatum*. Tatsächlich wird das Merkmal nur bei Vorhandensein des *Striatum*-Plasma manifest. Die Anzahl der Generationen, in denen dieses Merkmal verfolgt werden können, ist vorläufig noch zu gering, als daß etwas darüber ausgesagt werden könnte, wieweit die damit gegebene spezifische Differenz der Plasmen für die Entfaltungsmöglichkeit eines Gens auf die Dauer unveränderlich ist.

IV. Mutation.

Auf dem Gebiet der Mutationsauslösung ist im Berichtsjahr von verschiedenen Seiten die Frage aufgegriffen worden, wieweit ultraviolette Strahlung eine Erhöhung der Mutationsrate herbeizuführen vermag. Es beschäftigten sich einmal STADLER und SPRAGUE mit diesem Problem, und zum anderen STUBBE und NOETHLING an *Antirrhinum*.

STADLER und SPRAGUE gehen so vor, daß sie Pollen von *Mais* zunächst mit ungefilterten Strahlen einer Quecksilberquarzlampe in 19 cm Abstand bestrahlen. Es handelt sich dabei um den Pollen einer Pflanze, die

bestimmte dominante Gene enthält, die den Endospermcharakter beeinflussen. Wird dieser Pollen nun auf eine rezessive Pflanze übertragen, so kann man unmittelbar den Effekt an den Körnern ablesen. Die Loci für *C* und *Wx* liegen auf dem gleichen Chromosom mit einem crossing-over Abstand von 26%. Der Verlust von *C* und *Wx* als Folge der Bestrahlung ist gewöhnlich miteinander verbunden. Man muß also daraus schließen, daß die Einwirkung, wenn auch vielleicht nicht stets, so doch in den meisten Fällen auf „deficiency“ beruht und nicht auf Rezessiv-Mutationen. Aus den Untersuchungen geht ferner hervor, daß sowohl die Anzahl der Deletionen als auch die der Rezessiv-Mutationen in der *Nachkommenschaft* der F_1 -Körner infolge der Behandlung ganz erheblich ansteigt. Genaue Untersuchungen mit gefiltertem Licht bei exakt eingestellter Wellenlänge ($\lambda = 3033, 2537$ usw.) ergeben, daß höhere Wellenlängen einen relativ geringeren Effekt hervorrufen, vor allen Dingen bezüglich der deficiencies. Ferner wird gefunden, daß die *relative* Häufigkeit induzierter Deletionen an den verschiedenen Loci nichts mit der Wellenlänge zu tun hat, und außerdem, daß die Häufigkeit induzierter Deletionen mit der Einheit der Energie, die der Außenfläche der Pollenkörner appliziert worden ist, bei kürzeren Wellenlängen sehr viel höher ist als bei längeren.

STUBBE und NOETHLING beschäftigen sich bei *Antirrhinum* vorwiegend mit dem Einfluß auf die Genmutationsrate. Nachdem schon 1934 der Nachweis erbracht worden ist, daß die männlichen Gonen unter der Einwirkung des Gesamtspektrums der Quecksilberlampe in ihrer Genmutationsrate erheblich ansteigen, sollten nunmehr quantitative Untersuchungen vorgenommen werden. Es wurde das aus einem Jänecke-brenner gewonnene Licht durch einen Quarzmonochromator zerlegt, so daß die einzelnen Spektrallinien mit $\lambda = 254, 267, 297, 303$ und $313 \mu\mu$ verwendet werden konnten. Gleichzeitig wurde die Energie in einer Thermosäule gemessen und die bestrahlte Fläche in ihrer Größe durch photographisches Papier genau festgelegt. Es zeigte sich in allen Fällen, daß mit diesen Linien des Quecksilberspektrums eine Erhöhung der Mutationsrate zu verzeichnen war. Ferner konnte aus den Versuchen geschlossen werden, welche Energien für den Mutationseffekt aufgewendet werden müssen. Es sind 10^5 — 10^7 Erg pro qcm eingestrahle Energien erforderlich, um einwandfreie faßbare Erfolge zu bekommen, und bezüglich der Wellenlänge wird festgestellt, daß die Linie $\lambda = 297 \mu\mu$ den größten Effekt hat. Eine spezifische Wirkung in dem Sinne eines gehäuften Auftretens bestimmter Mutationen ist bei den verschiedenen Wellenlängen nicht feststellbar.

NAVASHIN und GERASSIMOVA können in einer Arbeit über die Mutanten aus gealtertem Samen von *Crepis capillaris*, *C. tectorum* und *C. dioscorides* und *Secale cereale* zeigen, daß sich in den abgeänderten Embryonen sehr verschiedenartige chromosomale Effekte vorfinden. Das äußere

Bild spät gekeimter Samen zeigt überhaupt weitgehende Ähnlichkeit mit Bildern, die bei stärksten Dosen von Röntgenbestrahlung erhalten werden, was durch die zytologischen Bilder mit Translokationen, Inversionen und Dislokationen unterstrichen wird.

In anderer Weise beschäftigen sich CARTLEDGE, MURRAY und BLAKESLEE mit der Frage der Mutationsauslösung durch das Altern der Keimzellen, sie untersuchen die Wirkung des *Pollenalters* bei *Datura*. 4—13 Tage gealterter Pollen ergab einen Prozentsatz von 15% Mutanten. Der Vergleich mit dem höchsten Prozentsatz aus alterndem Samen zeigt, daß diese Methode sehr wirkungsvoll ist. Über die bisherigen Versuche, Mutationen durch Alternlassen der Samen auszulösen, geht nun die Arbeit von CARTLEDGE, BARTON und BLAKESLEE insofern in planmäßiger Analyse — ebenfalls an *Datura* — hinaus, als die an dem Prozeß beteiligten Einzelfaktoren einer genaueren Untersuchung unterzogen werden. Als Variable werden der Feuchtigkeitsgehalt, Hitze und die Dauer der Einwirkung eingesetzt. Wird jeweils eine dieser Variablen im Übermaß angewendet, so gehen auch unter Konstanz der übrigen die Samen zugrunde. Der Feuchtigkeitsgehalt variierte zwischen 2 und 15%, die Hitzeeinwirkung zwischen 45 und 80 und die Zeitdauer der Einwirkung zwischen 2 und 48 Stunden. Die höchste Mutationsrate von 5% wurde bei 5% Wassergehalt, einer Einwirkung von 75 und 80 über eine Zeitdauer von 2—48 Stunden erzielt. Die Bestimmung der Mutationsrate ist schon in einer früheren Arbeit angegeben worden; sie wird am Pollen der Pflanzen abgelesen und läßt eine Unterscheidung von chromosomalen Mutationen und Genmutationen zu.

B. Spezielle Vererbungslehre.

I. Vererbung im Bereich des vegetativen Systems.

Infolge des in diesem Jahre durch etwas eingehendere Besprechung allgemeiner Arbeiten besonders knappen Raumes können in diesem Abschnitt nur einige wenige besonders wichtige Arbeiten genannt werden.

a) Größe und Form.

SINNOT und seine Mitarbeiter fahren in ihren entwicklungs-geschichtlichen und genetischen Studien über Größe und Form fort. Wie bedeutungsvoll die Frage nach der Vererbungsweise quantitativer Merkmale sein kann, hat schon der ausführlich dargestellte Abschnitt über die Heterosis gezeigt. Hier sei darum lediglich darauf hingewiesen, daß nach der Meinung des Referenten eine Auflösung dieser so überaus schwierigen Probleme von SINNOTS Ansatz aus durch sorgfältige entwicklungsgeschichtliche und entwicklungsphysiologische Analyse möglich ist. Erst die Kenntnis der Vielgestaltigkeit anscheinend

einfacher Größenveränderungen wird eine Behandlung einzelner Faktoren erlauben. WINGE macht in seinen früher schon erwähnten Erbsenstudien den durchaus geglückten Versuch, die Vererbung quantitativer Unterschiede mit einzubeziehen. Er findet eine Koppelung zwischen Genen für Blütenfarben und solchen für Samengewicht.

b) Chlorophyllbildung.

Über die Chlorophyllbildung und alles, was dahin gehört, ist bei der Analyse der Plastiden und des Plasmas ausführlich referiert worden. Genannt seien hier lediglich die Arbeiten von VON EULER, BERGMANN, HELLSTRÖM und BURSTRÖM. Die Autoren untersuchen in eingehenden chemischen Studien die Chlorophyllbildung von verschiedenen Gerstensippen. Es stellt sich dabei heraus, daß sich grüne Homozygoten von Heterozygoten mit weißen Sippen nicht unterscheiden. Die morphologische Untersuchung der Chloroplasten bei den chlorophyllgestörten Formen zeigt starke pathologische Abweichungen bei derartigen Plastiden. DEMEREC berichtet über ähnliche Untersuchungen an verschiedenen *Maissippen*. Er kann darin zeigen, wie hoch prozentual verglichen mit normalen Sippen der Chlorophyllgehalt sein muß, damit die Pflanzen noch lebensfähig sind. Zwar ist der unmittelbare Erfolg und die Tragweite dieser Arbeiten dann noch keineswegs besonders eindrucksvoll, wenn man die erzielten Resultate im Auge hat. Allein in ihrer Tendenz, funktionelle und physiologische Studien mit genetischen zu verbinden, sind diese Arbeiten zur Zeit von besonderer Bedeutung.

II. Vererbung im Bereich des reproduktiven Systems.

a) Blüte.

LAMPRECHT fügt seinen *Phaseolus*-Untersuchungen einiges Neue hinzu. Er analysiert die Blütenfarbe und findet eine große Serie von Farbfaktoren. Er kann zeigen, daß die Ausbildung der Blütenfarben in einem engen Zusammenhang steht mit dem Grundgen für die Ausbildung der Testafarbe. Gerade dieses gegenseitige Verhältnis der Gene für Testafarbe und Blütenfarbe ist besonderer Gegenstand der Erörterung und damit die Frage nach der Möglichkeit des Vorhandenseins von Rassen mit weißem Samen und gefärbten Blüten und umgekehrt weißen Blüten mit gefärbtem Samen.

In der englischen Genetik wird nunmehr der Versuch gemacht, die genetische Analyse der Blütenfarbe durch entwicklungsgeschichtliche und biochemische Studien zu vertiefen. Die Verbindung zwischen den beiden Gruppen von Einzeluntersuchungen stellt ROSE SCOTT-MONCRIEFF in einer umfangreichen Arbeit dar, worin zunächst alles bisher

bekannte von beiden Seiten her, der biochemischen und der genetischen, zur Vereinigung gebracht wird.

Bei der Behandlung der stofflichen Grundlagen werden die Zellsaftfarbstoffe von denjenigen der Plastiden getrennt. Unter dem Zellsaftstoff sind die Anthozyane von den Anthoxantinen oder Flavonen zu unterscheiden. Die Anthozyane werden in drei Gruppen eingeteilt, die der Pelargonidine, der Zyanidine und der Delphinidine, die sich untereinander durch je eine Hydroxylgruppe im Phenolring unterscheiden. Innerhalb einer jeden Gruppe können noch verschiedenartige Variationen durch geringe chemische Veränderungen stattfinden. Die Anthoxantine oder Flavone sind Stoffe, die einen Pyronring enthalten, sie können als sog. Kopigmente auftreten und, abgesehen von einer Eigenfarbe, auch noch einen Einfluß auf die Ausfärbung der Anthozyane besitzen, insofern als sie die Anthozyane zu einer stärkeren Bläuung bringen können. Diese Erkenntnis ist besonders wichtig im Zusammenhang mit der früher entwickelten Vorstellung, daß die Ausfärbung der Anthozyane im wesentlichen von dem p_H -Gehalt des Zellsaftes abhängig ist. Das läßt sich zwar für bestimmte Fälle (*Primula sinensis*) auch erweisen, doch ist eine exakte Beweisführung für den Säuregehalt des Zellsaftes stets sehr schwierig. Weiter kommt hinzu, daß noch ein zweiter Einfluß auf die Ausfärbung der Anthozyane neuerdings bekannt geworden ist, nämlich solche, die eine Veränderung ihres kolloidalen Zustandes herbeiführen. So besitzt z. B. die blaue Rasse der *Kornblume* einen saureren Zellsaft als die rote. Dieser Umschlag wird hier also durch Einwirkungen herbeigeführt, die diejenigen der p_H -Konzentration überstimmen. Diese neueren Erkenntnisse über die Konstitution der Blütenfarbstoffe werden nunmehr mit den verschiedensten, von den Genetikern untersuchten Genotypen innerhalb von 12 Arten in Zusammenhang gebracht. Neuere Untersuchungen unter den eben referierten Gesichtspunkten liegen ferner von MOFFET für *Tropaeolum majus* und von GAIRDNER über *Cheiranthus Cheiri* vor. Bei *T. majus* bestimmen 7 Faktoren die Blütenfarbe, davon 2 die Plastidenfarbe und 5 die Anthozyane. Bei *Cheiranthus Cheiri* handelt es sich um Faktoren, die die Plastidenfarbe beeinflussen und daneben um Anthozyane.

Durch BUCHHOLZ und BLAKESLEE werden 5 Gene, die das Pollenschlauchwachstum bei *Datura* beeinflussen, genauer analysiert. Sie sind durch die Einwirkung von Radiumstrahlen auf den Pollen bzw. kurz nach der Befruchtung erhalten. Alle 5 werden allein durch die Eizelle vererbt.

Der Faktor *s-1* bedingt normalen Pollen, aber nur ganz geringes Pollenschlauchwachstum, *s-2* etwas stärkeres Pollenschlauchwachstum und daneben eine leichte physiologische Wirkung auf den Sporophyten. *sb-1* und *sb-2* verhalten sich ähnlich wie die vorhergehenden, bedingen aber zerplatzende Schläuche bzw. angeschwollene Schlauchenden. *lp* bedingt angeschwollene Keimporen, verhindert aber die Keimung. Zwei dieser 5 Faktoren sind in ihrem Ort auf den Chromosomen bestimmt, *sb-2* liegt auf Chromosom 17 · 18 und *s-2* auf 13 · 14.

b) Geschlechtsvererbung.

In der Geschlechtsvererbung bringt LORBEER die Erfolge seiner Röntgenmutationen bei dem Lebermoos *Sphaerocarpus*. Im Gegensatz zu KNAPP, der 1935 über bestrahlte Sporen berichtet hat, hat LORBEER den Thallus den Röntgeneinwirkungen ausgesetzt und ihn regenerieren lassen. Bei der Verwendung von weiblichen Thalli

entstanden, abgesehen von morphologisch unveränderten Formen, eine ganze Anzahl von männlichen Pflanzen, ebenso wie auch KNAPP unter seinen Sporennachkommen überzählige Männchen auffand. Von besonderer Wichtigkeit ist das Vorhandensein eines mosaikartigen Zwitters, bei dem ein weiblicher und männlicher Ast miteinander vereinigt sind. VON UBISCH faßt ihre neueren Resultate über die Geschlechtsvererbung bei *Antennaria dioica* zusammen. Von Bedeutung ist dabei das Vorhandensein von zwittrigen Pflanzen, deren Kreuzungseffekte sowohl mit männlichen wie mit weiblichen Pflanzen im einzelnen beschrieben werden. Die Verfasserin versucht hernach entsprechend der alten Arbeit von GÜNTHER und PAULA HERTWIG (1926) über die Intersexe bei *Melandrium* eine Erklärung auf der Basis einer angenommenen quantitativen Differenz der *F* und *M* Gene zu geben. Auf die zusammenfassende Darstellung von ERNST über die gesamte Heterostylieforschung kann hier nur verwiesen werden.

c) Letalität und Sterilität.

Die Arbeit von ANDERSSON-KOTTÖ und GAIRDNER beschäftigt sich mit der Erbllichkeit der Aposporie bei *Scolopendrium vulgare*. In der Varietät *crispum muricatum* erhielten die Autoren bei der Aussaat von Sporen das regelmäßige Auftreten einer neuen Form, die einfach als „peculiar“ bezeichnet wird. Ihre charakteristische Eigentümlichkeit besteht in dauernder Aposporie.

Die Ausgangsform war homozygotisch in allen anderen Erbinheiten mit Ausnahme einer vorhandenen Heterozygotie in diesem neuen Charakter. Aus den Gametophyten, die durch Sporenaussaat des Ausgangssporophyten erreicht wurden, entstanden bei Selbstbefruchtung eine Reihe dieser neuen Formen. Der „Peculiar“-Charakter ist ungemein pleiotrop; die Blätter sind viel stärker zerschlitzt als bei den Normalpflanzen. Abgesehen davon erfolgt bei weiterem Nachwachsen ein Herabneigen der Blätter und ein ganz merkwürdiges Auswachsen der Blattränder in gametophytisches Gewebe. Die Blätter werden einschichtig und nehmen vollkommen den Charakter von Prothalliumgewebe an. Teile können sich loslösen, es können sich auch die Blätter von ihrem Stiel loslösen, und das Gewebe entwickelt Rhizoiden. Diese so entstandenen Gametophyten sind voll fertil und entwickeln normale Geschlechtsorgane. Sporenbildung irgendwelcher Art wird auf dem sporophytischen Teil des Blattes nicht gefunden. Geringe Anlagen von Sporangien, die hin und wieder vorkommen, enthalten Spermatozoiden. Die Geschlechtsorgane auf den Gametophyten sind voll fertil und entwickeln einen neuen Sporophyten, der wiederum das gleiche Verhalten zeigt und in Gametophytenbildung übergeht. Doch ist die Aposporie nie von einer Apogamie gefolgt. Infolgedessen muß im Laufe der Generationen eine ständige Erhöhung der Chromosomenzahl stattfinden. Die Autoren haben auch das untersucht und finden, daß zunächst zwar eine Verdoppelung der Chromosomenzahl zustande kommt, daß aber stets sehr bald und teilweise sogar schon in der ersten Generation Herabregulationen stattfinden, so daß ein Überschreiten der Zahl von etwa 110 kaum vorkommt.

Literatur.

- AFIFY, A.: *Genetica* 18, 255—276 (1936). — ANDERSSON-KOTTÖ, I., u. A. E. GAIRDNER: *J. Genet.* 32, 189—228 (1936). — ARNASON: *Genetics* 21, 40—60 (1936).
- BEATUS, R.: (1) *Flora (Jena)* 30, 153—175 (1936). — (2) *Z. Abstammungslehre* 71, 353—381 (1936). — BLEIER, H.: *Z. Zuckerrübenbau* 1936, H. 5, 1—12. — BUCHHOLZ, J. T., u. A. F. BLAKESLEE: *Genetica* 21, 731—751 (1936).
- CARTLEDGE, J. L., L. V. BARTON u. A. F. BLAKESLEE: *Amer. Phil. Soc.* 76, Nr. 5, 663—685 (1936). — CARTLEDGE, J. L., M. J. MURRAY u. A. F. BLAKESLEE: *Nat. Acad. of Sci.*, 21, Nr. 11, 597—600 (1935). — CATCHESIDE, D. G.: *J. Genet.* 33, 1—24 (1936). — COLLINS, J. L.: *Amer. Naturalist* 70, 467—476 (1936).
- DARLINGTON, C. D.: *J. Genet.* 32, 343—352 (1936). — DEMEREC, M.: *Bot. Review* 1, 233—248 (1935). — DERMEN, H.: *Cytologia* 7, 160—175 (1936).
- EAST, E. M.: *Genetics* 21, 375—397 (1936). — ELLISON, W.: *J. Genet.* 32, 473 bis 478 (1936). — EMERSON, STERLING: (1) *Genetics* 21, 200—224 (1936). — (2) *J. Genet.* 32, 315—342 (1936). — ERNST, A.: (1) *Z. Abstammungslehre* 71, 156 bis 230 (1936). — (2) *Verh. schweiz. naturforsch. Ges.* 1936, 186—207. — (3) *Der Züchter* 8, 281—324 (1936). — EULER, VON, BERGMANN, HELLESTRÖM u. BURSTRÖM: *Hereditas (Lund)* 21, 119—128 (1935/36).
- FORD, C. E.: *J. Genet.* 33, 275—304 (1936).
- GAIRDNER, A. E.: *J. Genet.* 32, 479—486 (1936). — GATES, R. RUGGLES: *Royal Society* 226, 239—355 (1936). — GRUBER, F., u. O. KÜHL: *Z. Abstammungslehre* 72, 287—306 (1936).
- HAKANSSON, A.: *Hereditas (Lund)* 21, 215—226 (1935/36). — HARLAND, S. C.: *Z. Abstammungslehre* 71, 417—419 (1936). — HUTCHINSON, J. B.: *J. Genet.* 32, 399 bis 410 (1936).
- IMAI, Y.: (1) *Z. Abstammungslehre* 71, 61—83 (1936). — (2) *J. Genet.* 33, 169 bis 196 (1936).
- KNAPP, E.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 58—69 (1936). — KUCKUCK, H.: *Z. Abstammungslehre* 71, 429—440 (1936).
- LAMPRECHT, H.: (1) *Hereditas (Lund)* 21, 129—166 (1935/36). — (2) *Ebenda* 22, 241—268 (1936). — LAWRENCE, W. J. C.: *Genetica* 18, 109—115 (1936). — LEHMANN, H.: *Z. Abstammungslehre* 72, 207—257 (1936). — LEHMANN, E., G. HINDERER, H. GRAZE u. G. SCHLENKER: *Jb. Bot.* 82, 657—695 (1936). — LEVAN, A.: (1) *Hereditas (Lund)* 21, 195—214 (1935/36). — (2) *Ebenda* 22, 1—128 (1936). — (3) *Ebenda* 22, 278—280 (1936). — LILJEFORS, A.: *Ebenda* 21, 240—262 (1935/36). — LINDEGREN, CARL C.: *J. Genet.* 32, 243—256 (1936). — LORBEER, G.: *Planta (Berl.)* 25, 70—83 (1936).
- MATHER, K.: *J. Genet.* 32, 287—314 (1936). — MATSUMURA, S.: *Jap. J. of Bot.* 8, 65—83 (1936). — MELCHERS, G.: *Biol. Zbl.* 56, 567—570 (1936). — MOEVUS, F.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 45—57 (1936). — MOFFETT, A. A.: *J. Genet.* 33, 151—161 (1936).
- NAVASCHIN, M., u. H. GERASSIMOVA: *Cytologia* 7, 324—362 (1936). — NISHIYAMA, I.: *Ebenda* 7, 276—281 (1936). — NILSSON, E.: *Hereditas (Lund)* 21, 167 bis 184 (1935/36).
- POWERS, L.: *Genetics* 21, 398—420 (1936). — PUNNETT, R. C.: *J. Genet.* 32, 171—177 (1936).
- RENNER, O.: (1) *Flora (Jena)* 30, 218—290 (1936). — (2) *Ebenda* 30, 441—453 (1936). — (3) 30, *Ebenda* 454—466 (1936). — RHOADES, M. M.: *J. Genet.* 33, 347—354 (1936). — RISCHKOW, V. L.: *Genetica* 18, 313—336 (1936).
- SANSOME, F. W.: *J. Genet.* 33, 359—364 (1936). — SCOTT-MONCRIEFF, ROSE: *Ebenda* 32, 117—170 (1936). — SEITZ, F. W.: *Z. Zuckerind.* 86, 357—370 (1936). — SINNOTT, E. W.: (1) *Amer. J. Bot.* 23, 418—421 (1936). — (2) *Amer. Naturalist*

70, 245—254 (1936). — (3) *Science* (N. Y.) 85, 61—65 (1937). — SINNOTT, E. W., u. V. V. TROMBETTA: *Amer. J. Bot.* 23, 602—606 (1936). — VESHNIKOVA, I. N.: (1) *Biologicheskij Zhurnal* 5, 303—326 (1936). — (2) *Z. Biol.* 4, 843—853 (1936). — SCHLENKER, G.: *Flora* (Jena) 30, 305—350 (1936). — STADLER, L. J., u. G. F. SPRAGUE: *Nat. Acad. of Sci.* 22, 572—591 (1936). — STUBBE, H., u. W. NOETHLING: *Ebenda* 72, 378—386 (1936).

TAVCAR, A.: *Z. Abstammungslehre* 71, 341—352 (1936).

UBISCH, G. VON: *Genetics* 21, 282—294 (1936). — UFER, M.: *Z. Abstammungslehre* 71, 281—298 (1936).

WEBBER, J. M.: *J. agricult. Res.* 51, 1047—1070 (1935). — WERGIN, W.: *Z. Abstammungslehre* 71, 120—155 (1936). — WINGE, Ö.: *C. r. Carlsberg* 21, 271—390 (1936). — WITSCH, H. VON: *Ges. Wiss. Gött., Biol.* 2, 201—213 (1936).

ZAFAR ALAM: *J. Genet.* 32, 257—276 (1936).

16. Entwicklungsphysiologie.

Von LÜDWIG-ARNOLD SCHLÖSSER, Potsdam.

Mit 6 Abbildungen.

Entwicklungsphysiologie erforscht die Gesetze des pflanzlichen Formwerdens und Gestaltwandels auf induktivem Wege. Es umfaßt dieses Forschungsgebiet der Botanik somit die Untersuchung des ganzen Lebenszyklus einer Pflanze vom Beginn der Keimung bis zur vollendeten Fruchtreife. Bei einem verhältnismäßig jungen Forschungsgebiet, wie der Entwicklungsphysiologie mit ihrem umfassenden Forschungsziel, ist es schwer, scharfe Grenzen gegen die anderen Arbeitsgebiete der Botanik abzustecken. Es können sich mehr oder minder erhebliche Überschneidungen ergeben, im besonderen mit den Gebieten der Entwicklungsgeschichte, der Stoffwechselphysiologie, der Reizphysiologie und vor allem der Genetik. Entscheidend dafür, ob eine Untersuchung in diesem Referat über Entwicklungsphysiologie behandelt wird, ist allein der Umstand, daß in ihr ein Beitrag zur Kausalanalyse des Gestaltgeschehens gebracht wird oder zum mindesten in einzelnen guten Beobachtungen klare Ansätze für tiefergehende Untersuchungen auf diesem Gebiete aufgezeigt werden. Die Tatsache der schwierigen Abgrenzung der Entwicklungsphysiologie, die im ersten Augenblick unangenehm und störend empfunden wird, erweist sich jedoch auf das Ganze gesehen als sehr fruchtbar, denn dieser Forschungsgebiet, der so viele sachliche Beziehungen zu den verschiedensten anderen biologischen Arbeitsgebieten hat, zwingt durch seine neuen und umfassenden Fragenstellungen diese Forschungsgebiete wieder zusammen. So ist die Entwicklungsphysiologie ein Helfer im Kampf gegen die Vereinzelung und Verselbständigung der einzelnen biologischen Teilgebiete und zeigt von einer neuen Warte erneut, daß das eigentliche Forschungsgebiet der Biologie die Frage nach der Mannigfaltigkeit der Formen und Gestalten, nach den Gesetzen ihres Werdens und nach den Beziehungen dieser Formen untereinander ist.

Zwei große Gruppen von Untersuchungen lassen sich bei dem augenblicklichen Stand der entwicklungsphysiologischen Forschung unterscheiden. Die eine größere und in ihrem Inhalt umfassendere Gruppe bezieht alle entwicklungsphysiologischen Arbeiten in ihren Bereich ein, die sich mit der Kausalanalyse von komplexen Formbildungsvorgängen befassen. Hier wird versucht, durch den Vergleich der normalen Entwicklungsvorgänge mit solchen, bei denen durch Eingriffe „von außen“

dieser normale Ablauf geändert oder gestört ist, zu einem Verstehen der Formbildung zu kommen. Unter „außen“ ist hier alles verstanden, was sich außerhalb des Kerns befindet. Es wird also die Reaktion ganzer, nicht näher umschriebener Gengruppen untersucht. Im Gegensatz zu dieser allgemeinen Entwicklungsphysiologie umfaßt die andere Gruppe von Untersuchungen alle jene Arbeiten, in denen die Wirkungsweise von einzelnen Genen oder Gengruppen auf Formwerden und -wandel erforscht wird. Hier haben wir das Gebiet der Entwicklungsphysiologie im eigentlichen und engeren Sinne vor uns, in dem die Forschung in eine erheblich tiefere Schicht des Verstehens der Vorgänge vordringt, als bei der ersten Gruppe der Analyse phänotypischer Komplexe, deren genetische Grundlagen meistens unbeachtet oder unbekannt sind. Mit dem Fortschreiten der genetischen Forschung wird in immer steigendem Maße jene Genphysiologie als die eigentliche Entwicklungsphysiologie an Größe und Bedeutung zunehmen, und es wird jene heute fast schon zum Schlagwort gewordene und so oft geforderte Vereinigung von Genetik und Entwicklungsphysiologie fruchtbare Wirklichkeit.

A. Allgemeine Entwicklungsphysiologie.

1. Auslösung und Beeinflussung der Entwicklungsanregung.

a) Gesetzmäßigkeiten der Anregung normaler Entwicklungsabläufe.

Die Keimungsverhältnisse der lichtkeimenden Gramineengattung *Poa* sind weitgehend geklärt. ZEIHNER untersucht bei der dunkelkeimenden Gattung *Bromus* mit den Arten *sterilis*, *erectus*, *arvensis* und *mollis*, welche Wirkung das Licht auf den Keimungsvorgang hat. Die optimale Temperatur für die Keimung aller Arten liegt bei 22° C. Mit steigender Temperatur nimmt die hemmende Wirkung des Lichtes deutlich ab. Wechsel von höheren und niedrigeren Temperaturen, die bei vielen anderen Objekten stimulierend auf Keimungsgeschwindigkeit und Keimkraft wirken, haben bei den *Bromus*arten nur einen geringen erhöhenden Einfluß auf die Keimkraft. Eine Beziehung des Fettgehaltes der Samen bei den einzelnen Arten zum Keimungsvorgang ließ sich nicht nachweisen, jedoch keimen die Karyopsen der Arten, deren Samenfett die höhere Säurezahl hat, am besten. Die Wasseraufnahme der keimenden Samen vollzieht sich mit steigender Temperatur nicht nur rascher, sondern auch reichlicher. — Die Keimungsphysiologie von Pflanzen an ökologisch besonders extremen Standorten zeigt oft eine große Mannigfaltigkeit. MUENSCHER untersucht für einige Arten der Gattung *Potamogeton* die Keimungsbedingungen. Die Samen, die in der Natur im allgemeinen selten beobachtet werden, da Samenbildung oft unterbleibt und vegetative Vermehrungsvorgänge der verschiedensten Art auftreten, keimen sofort ohne Ruhezeit. Keimung älterer Samen

ist nur nach Kaltwasserlagerung möglich; Trocknen vernichtet die Keimkraft. Die physiologischen Gesetzmäßigkeiten der Keimung von *Populus grandidentata* und *tremuloides*, die beide im allgemeinen einen feuchten und ziemlich sauren Boden bevorzugen, untersucht FAUST. Keimung ist möglich innerhalb der Temperaturen 0° und 35° C, das nicht sehr deutlich sich abhebende Optimum liegt zwischen 29° und 32° C. Auffällig ist es, daß das optimale p_{H} im neutralen bis alkalischen Bereich (7,0—8,5) sich befindet, während in der Natur in sehr vielen Fällen am Standort eine erhebliche höhere Azidität der Bodenlösung vorhanden sein wird. Samen, die ca. 8 Tage bei 24 — 25° C getrocknet werden, behalten am längsten ihre Keimfähigkeit, wenn sie bei einer Temperatur von höchstens 5° C gelagert werden. In verschlossenen Gefäßen bewahren die Samen dieser Arten für 13 Wochen ihre Keimfähigkeit, während in offenen Gefäßen diese Fähigkeit schon nach 5 Wochen erlischt. Durchfrieren lassen ist unschädlich. Diese Feststellung ist um so merkwürdiger, als am Standort nach der Samenreife bei der kurzen Dauer der Keimfähigkeit die Samen keiner Frostwirkung ausgesetzt sind, und Samen, die es im ersten Sommer nicht zur Bildung einer Keimpflanze gebracht haben, zugrunde gehen. Der Sauerstoffverbrauch ist schon mit beginnender Keimung sehr groß. — ÄKERMANN sucht zu klären, ob der verschiedentlich gemachten Beobachtung, daß weißkörnige Weizensorten bei feuchter Witterung leichter in der Ähre auskeimen als rotkörnige Sorten, klar faßbare physiologische Gesetzmäßigkeiten zugrunde liegen. Die Klärung ist von großer praktischer Bedeutung, denn Auswachsen führt zum Abbau der Eiweißstoffe und zur Spaltung der Stärke und setzt neben diesem Verlust wesentlicher Stoffe die Lagerfähigkeit des Samenmaterials sehr herab. Es bestehen, wie NILSSON-EHLE schon früher vermutete und wie für viele Gerstensorten nachgewiesen ist, auch hier klare Beziehungen zwischen Keimreife und Auswuchsneigung. Sorten mit früher Reife der Samen haben eine größere Auswuchsneigung als solche mit später Keimreife. Zur ersten Gruppe gehören die meisten in Schweden gebauten weißkörnigen Weizensorten, zur letzten die rotkörnigen. Die genetischen Grundlagen dieses Sortenunterschiedes der unterschiedlichen Auswuchsneigung ließen sich bisher noch nicht klar fassen.

b) Gesetzmäßigkeiten der Anregung anormaler Entwicklungsabläufe.

In mehreren methodisch sehr schönen Untersuchungen befaßt sich VON VEH (1, 2, 3) mit den Entwicklungshemmungen, denen frisch geerntete Kern- und Steinobstsamen aller gebräuchlichen Kulturformen unterworfen sind, und mit den Möglichkeiten einer sofortigen Keimungsauslösung. Die durchgeführten Versuche erbrachten bei allen untersuchten Objekten (Äpfel, Birnen, Quitten, Pflaumen, Kirschen) klare

Ergebnisse. Entgegen den bisherigen Annahmen konnte VON VEH zeigen, daß es bei all den angegebenen Arten leicht gelingt, die Entwicklungshemmung der frischen Samen sofort aufzuheben und die Embryonen zu normaler Entwicklung anzuregen. Embryonen z. B. vom Apfel keimen in Petrischalen in Wasser in wenigen Tagen aus, wenn die Samenschale, die das innere und äußere Integument darstellt, und das feine weiße lebende Häutchen des Nuzellusrestes abpräpariert sind. Die Keimungsgeschwindigkeit ist sortenspezifisch. Nach kurzer Kultur in Wasser auf einem tragenden Gürtel von Korkschrot, in dem es nicht zur Verpilzung kommt, lassen sich die Keimlinge pikieren und in wenigen Monaten zu hohen und verholzenden Pflanzen heranziehen. Einschaltung einer mehrwöchigen Kälteperiode bei jungen Pflänzchen, die seit Herbst im Versuchshaus bei Zusatzlicht herangezogen waren, gegen Ende des Winters, schafft die Voraussetzung zu erneutem Austreiben. Durch diese Methode VON VEHS lassen sich „zweijährige“ Keimpflanzen in 8 Monaten heranziehen. In gleicher Weise, wie beim Apfel, ist es auch bei Birne, Quitte und Pflaume möglich, die Ergebnisse dieser Entwicklungsverkürzung in der praktischen Züchtereie zu verwerten. Die so herangezogenen Keimpflanzen sind, im Gegensatz zu den von FLEMION gemachten Angaben, normal gestaltete Gewächse, keine abnormen verkrüppelten Zwergpflänzchen. FLEMIONS Beobachtungen sind darauf zurückzuführen, daß genetisch sehr uneinheitliches Ausgangsmaterial verwendet wurde; das Auftreten von Kümmerformen in seinen Versuchen ist keine Folge der Entwicklungsanregung, sondern des gestörten Chromosomenbestandes. Von den verschiedenen untersuchten Süßkirschensorten war die Braunauer Kirsche mit den besten und keimungsfähigsten Embryonen versehen, wie sich auch bei der Wasserbadprobe der frisch entfleischten Kerne zeigen ließ. Hier sanken die meisten Kerne unter, während bei anderen Sorten, die infolge chromosomaler Unverträglichkeit der beiden Elternformen, Störungen zwischen Kern und Plasma, oder durch den Einfluß von Lethalfaktoren die Embryonen schlecht entwickelt hatten, die Samen oben schwimmen blieben. Über die stofflichen Grundlagen der Entwicklungshemmung läßt sich noch keine bestimmte Aussage machen, doch weisen verschiedene Anzeichen darauf hin, daß vom Nuzellus eine hemmende Wirkung ausgeht, die nichtmechanischer Natur sein muß. In diesem Zusammenhang sei nur auf den Nachweis von Hemmstoffen in den Früchten von Äpfeln, Birnen, Quitten, Tomaten durch KÖCKEMANN hingewiesen. Für den Pfirsich können TUCKEY und BARRET zeigen, daß freipräparierte Embryonen zu 50—90% je nach Art schon nach 5 Tagen in einem sterilen Nähragar (KNOP mit verschiedenen Zuckern) auswachsen. Nicht freipräparierte Samen können frühestens nach 10—12 Wochen keimen, wenn sie eine Frostperiode durchgemacht haben. Der Hundertsatz der Keimung unter natürlichen Bedingungen ist immer erheblich geringer als nach Freipräparierung.

Zur Frage der Entwicklungsanregung durch Strahlungsenergie, im besonderen durch Röntgenstrahlen, liegen wenige neue Untersuchungen vor. LONG und KERSTEN stellen fest, daß die Behandlung von Sojabohnen mit geringeren Dosen von Röntgenstrahlen eine gesicherte Erhöhung des Trockengewichtes der behandelten Pflanzen ergibt. ATAKEBOWA prüft bei *Pisum sativum*, welche Wirkung verschieden hohe r-Dosen auf ruhende und keimende Samen ausüben. Niedere Dosen sind fördernd, hohe hemmend und zerstörend. Der Grad der Störungen ist weitgehend der eingestrahelten Energie entsprechend. Bei 250 r laufen die Samen 3 Tage vor den Kontrollen auf, die Keimung liegt um 24,5% höher, und die Ernteertragssteigerung beträgt 12%. Wenn auch für die verschiedenen untersuchten Sorten diese Steigerung nicht gleich hoch liegt, so ergeben sich doch hier mit großer Wahrscheinlichkeit für die Praxis des Pflanzenbaues ganz bedeutende Möglichkeiten. Beim Ansteigen bis zu 8000 r sinkt der Ernteertrag gegenüber den Kontrollen ganz erheblich. Hohe Dosen (18000, 36000 r) setzen die Keimprozentsätze außerordentlich herab und bewirken in den Zellen die üblichen Bilder von Störungsteilungen, Chromosomenringen und von Chromatinzerfall.

Auf die Frage, wieweit bei der Entwicklungsanregung und Keimung Wuchsstoffe eine Rolle spielen, ja, in welchem Grade überhaupt ganz allgemein pflanzliche Wirkstoffe in Früchten und Samen verbreitet sind, läßt sich im Augenblick noch keine erschöpfende Antwort geben. NIELSEN (1) erbringt den Nachweis mit Hilfe des Hefe- und *Aspergillus niger*-Testes, daß in den Sporen von *Polyporus fomentarius* im Verhältnis zu dem N-Gehalt der Trockensubstanz im wäßrigen Extrakt erhebliche Wuchsstoffmengen enthalten sind. Da sich zeigen läßt, daß der Wuchsstoffgehalt von frischen Sporen und solchen mit einjähriger Lagerzeit gleich hoch ist, andererseits aus anderen Untersuchungen bekannt ist, daß mit zunehmender Lagerzeit die Keimfähigkeit rasch abnimmt, so erscheint es unwahrscheinlich, daß bei diesem Objekt ursprüngliche Beziehungen zwischen Keimung und Wuchsstoffgehalt bestehen. Die außerordentliche Beständigkeit dieser Wuchsstoffe, die das Wachstum von Hefe und *Aspergillus niger* fördern, ließ sich durch gleichartige Untersuchung von 54 Jahre altem Herbariummaterial belegen. Der gleiche Forscher (2) untersucht verschieden alte Samenmengen von der Wurzel, der Kohlrübe, dem Rotklee und der Gerste auf ihren Wuchsstoffgehalt hin unter gleichzeitiger Feststellung der Keimprozente. Ein Zusammenhang zwischen Samenalter und Wuchsstoffgehalt besteht nicht. Die in den einzelnen Jahren auftretenden Schwankungen sind auf die verschiedene Intensität der Extraktion zurückzuführen. Da der Gehalt an Wuchsstoffen während verschieden langer Lagerung ziemlich gleich hoch bleibt, ist auch bei diesen Arten ein Zusammenhang zwischen Wuchsstoffgehalt und Keimfähigkeit nicht gegeben, denn diese letzte Eigenschaft nimmt auch mit längerer Lagerzeit erheblich ab. — Mit

einer anderen Methode, mit Hilfe der LAIBACHSchen Pasten und des *Avena*-Tests, untersucht MEYER neben anderem den Wuchsstoffgehalt von Samen bei Pflanzen verschiedener systematischer Zugehörigkeit. Ganz allgemein zeigt sich, daß in den Samen ziemlich erhebliche Mengen von Wuchsstoffen nachweisbar sind, diese Stoffe also nicht, wie CHOLODNY für *Avena* einmal angegeben hat, erst beim Anquellen des Samens gebildet werden. Bald nach der Befruchtung ist bei den meisten heranwachsenden Samen eine stetig steigende Wuchsstoffmenge nachweisbar. Es ist anzunehmen, daß in den Samen die Wuchsstoffmengen als Reservestoffe vorhanden sind, denn sie sind bei Pflanzen mit Endospermreservestoffen zum größten Teil dort abgelagert, während sie bei Formen, in denen die Reserven in den Kotyledonen sind, sich in diesen Organen befinden. Auszüge aus dem Maisklebermehl zeigten einen sehr starken Gehalt an Wuchsstoff, während in anderen Teilen des Maiskornes nur sehr wenig Wuchsstoffmengen nachweisbar waren. DOLLFUSS kann an einer Anzahl von anderen Arten (*Galtonia candidans*, *Symphoricarpus*) zeigen, daß auch dort in den befruchteten Samenanlagen schon erhebliche Wuchsstoffmengen vorhanden sind.

2. Normale Determination und Differenzierung der Organe.

a) Einfluß von Strahlungsenergie, Temperatur und Schwerkraft auf die Gestaltung der vegetativen Organe.

In einem ausgezeichneten und umfassenden Sammelbericht bespricht BURKHOLDER alle wesentlichen Arbeiten aus den letzten 15 Jahren bis 1935, die sich mit Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf das pflanzliche Leben befassen. Während der erste Teil stoffwechselphysiologische Fragen behandelt, bringt der zweite Teil der Arbeit eine Zusammenstellung aller entwicklungsphysiologisch bedeutsamen Untersuchungen unter der Überschrift: Einfluß des Lichtes auf Wachstum und Differenzierung. Die Frage, ob bei Zwergwuchs eine Verminderung der Zellgröße oder der Zellenzahl stattfindet, wird durch SCHMUCKER und GRIFFEL für einige einjährige Pflanzen geklärt. Es ließ sich der Nachweis erbringen, daß bei den Versuchspflanzen, wenn sie durch geeignete Licht- und Ernährungsbedingungen sehr kleinwüchsig gehalten wurden, die Zellenzahl eine Verringerung erfährt, dagegen die Zellgröße nicht verändert wird. — Das Problem der Induktion der Dorsiventralität bei den Brutkörpern von *Marchantia* und *Lunularia* schien nach dem Stand der bisherigen Untersuchungen weitgehend geklärt. Licht galt als einziger determinierender Faktor. Die Oberseite bildet sich stets an der dem Lichte zugewandten Fläche des eben frei gewordenen Brutkörpers. FITTING kann in methodisch sehr anschaulichen und einfachen Versuchen dartun, daß zu dieser Wirkung des Lichtes als neue gestaltbestimmende Faktoren die Schwerkraft und

der Einfluß des Substrates hinzutreten. Diese drei Kräfte können gleichsinnig wirken. Der heranwachsende Thallus wird dann bilateral, wie die bisherigen Versuche zeigten. Wenn dagegen im Versuch diese Kräfte ungleichsinnig angesetzt werden, wenn z. B. mit Hilfe des Klinostaten, bei Kultur der im Agar eingeschlossenen Brutkörper in der Petrischale, die Schwerkraftwirkung auf die Thalli ausgeschaltet wird, gelingt es, den Brutkörper zu isolateralem Wachstum zu veranlassen. Diese Umdifferenzierung vom bilateralen zum isolateralen Wuchs läßt sich in allen Wachstumsstadien des Thallus erzielen. Die von dem Substrat ausgehenden Einflüsse sind im einzelnen noch nicht genau analysiert. — Zahlreiche Untersuchungen der letzten Jahre befaßten sich mit der Frage nach der Wirkung von Ultraviolettbestrahlungen verschiedener Wellenlänge auf die Entwicklung von Pflanzen unterschiedlicher Entwicklungsstadien. REYNOLDS versucht eine kurze Methodenlehre für dieses Versuchsgebiet zu geben. Ganz allgemein hat sich bei all diesen Untersuchungen herausgestellt, daß geringere Dosen „stimulierend“ wirken, während stärkere Dosen hemmend oder gar zerstörend sind. Die Wirkungen gleicher Dosierungen sind nicht nur auf die verschiedenen Arten sehr wenig gleichartig, sondern auch die einzelnen Entwicklungsstadien derselben Pflanze werden durch diese Strahleneinwirkung verschieden stark beeinflußt. So wird z. B. bei Tomaten das Längenwachstum mit zunehmender Dosis immer stärker gehemmt (von 28,9 cm auf 20,9 cm), in gleicher Weise sinkt das Trockengewicht, während umgekehrt das Gewicht der grünen Früchte in der gleichen Zeit sich mehr als verdoppelt. Alte Pflanzen sind empfindlicher als jüngere, Winterkulturen sind ebenfalls empfindlicher als Sommerkulturen im gleichen Entwicklungsstadium. Bei der Entscheidung, ob eine bestimmte Dosierung allgemein hemmend oder fördernd sich auswirkt, müssen somit viele verschiedene Erhebungen gemacht werden, es genügt keinesfalls, wie es verschiedentlich geschehen ist, allein etwa die Differenzen im Trockengewicht in einem bestimmten Entwicklungsstadium als Maßstab zugrunde zu legen. Einen Versuch, zu einem Verständnis der Beziehungen zwischen der Gestaltbildung höherer Pflanzen und der Schwerkraft zu kommen, unternimmt HÄRDTL. Die Schwerkraft ist von allen Umweltfaktoren der einzige, der stets und in gleicher Stärke wirksam ist. Die unmittelbare Wirkung dieser Kraft erstreckt sich auch auf die Gewichtswirkung im Innern der Pflanze, der die Pflanze durch erhöhte Turgeszenz oder Verholzung der Zellwände Rechnung trägt. Hebt man durch geeignete Versuche, etwa durch Unterstützung der heranwachsenden Pflanze, diese Gewichtswirkung auf, so werden die mechanischen Elemente schwächer ausgebildet und die Standfestigkeit der Pflanze ist nach Entzug der mechanischen Stützen sehr verringert. Stärkere Belastung heranwachsender Pflanzen führt dagegen zu einer leichten Verstärkung der mechanischen Teile des Sprosses. Biegungsbeanspruchung plagiotroper

Organe oder Aufhebung des Eigengewichtes führen zu wesentlich gestaltlichen Änderungen. Belastungen wachsender Blüten sprosse bei *Syringa* hatten zum Ergebnis, daß die jüngsten Blüten am Sprosse um ca. 40% leichter waren als die älteren Blüten und teilweise auf dem Knospenstadium verharrten. Waren die Blüten sprosse beblättert, so machte sich die hemmende Wirkung nach Belastung erst durch Beeinflussung der Blattgrößen und Blattformen bemerkbar.

b) Wuchsstoffe in ihrem Einfluß auf die Gestaltung vegetativer Organe.

Kaum ein Gebiet der experimentellen Botanik ist so im Fluß und hat im Laufe der letzten Jahre so viele wesentliche Entdeckungen aufzuweisen als das der Wuchsstoffforschung. Viele Arbeiten aus diesem Gebiete gehören eindeutig in den Bereich der Reizphysiologie oder der Stoffwechselphysiologie. Eine große Anzahl bedeutsamer Untersuchungen bringen aber wesentliche Erkenntnisse auf entwicklungsphysiologischem Gebiet, wenn auch Beziehungen zu den eben genannten Forschungszweigen bestehen.

Verschiedene Fragen sind hier zu beantworten. Einmal muß festgestellt werden, in welchen pflanzlichen Organen und in welchen Entwicklungsstadien sich Wuchsstoffe nachweisen lassen und welcher Art sie sind. Ferner ist zu untersuchen, wie innerhalb der ungestörten normalen Ausgestaltung der pflanzlichen Organe Wuchsstoffe wirksam sind und wieweit ihre Wirkung durch Außeneinflüsse der verschiedensten Art abgeändert werden kann. Schließlich ist zu prüfen, wie verschieden starke Wuchsstoffherzeugung oder äußerliche Behandlung mit Wuchsstoffen Korrelationen zwischen den verschiedenen Organen oder Geweben beeinflußt oder gar aufhebt.

Einen Beitrag zu der bisher sehr widerspruchsvollen Frage des Einflusses von Follikelhormon auf die Entwicklung pflanzlicher Organe gibt LUND. Er prüft die Wirkung von technischem und reinem Progynon auf den Ertrag im Trockengewicht von *Aspergillus niger* und *Saccharomyces cerevisiae* mit verschiedenen ME-Mengen und unter den einzelnen p_H -Stufen. Das Ergebnis, das in gleicher Richtung geht wie bei den letzten Untersuchungen über die Wirkung des Follikelhormons auf höhere Pflanzen von ORTH und HARDER u. STÖRMER u. a. m., zeigte, daß dieser tierische Wirkstoff keine Massenertragssteigerung bei den Pilzen hervorruft, die auf das Vorhandensein von pflanzlichen Wuchsstoffen, wenn auch graduell verschieden, durch vermehrte Stoffaufnahme antworten. Nebenbei mag kurz erwähnt werden, daß umgekehrt der Wuchsstoff B, der sowohl auf *Aspergillus niger*, als auf *Saccharomyces* wirkt, in tierischen Organen reichlich vorkommt. Besonders stark ist er in der Kalbsleber angereichert, während sein Gehalt in Dorschleber, Kalbfleisch, Salzhering

und Dorsfleisch in der angegebenen Reihenfolge geringer wird, wie die Untersuchungen von HARTELIUS und HJORTH-HANSEN nachweisen. — MEYER tastet bei einer ganzen Reihe von Blütenpflanzen verschiedener systematischer Zugehörigkeit eine Anzahl von Organen in den einzelnen Jahreszeiten und Entwicklungsstadien auf Wuchsstoffgehalt und -verteilung ab. Abb. 37—39 zeigen, wie stark im Falle von *Helianthus*, *Zea Mays* und *Cucumis* in den einzelnen Organen im Laufe der Individualentwicklung der Wuchsstoffgehalt schwankt. Im Ablauf der Samenkeimung schwindet der anfängliche hohe Wuchsstoffgehalt rasch bei allen untersuchten Formen. Auffällig ist der hohe Wuchsstoffgehalt von jungen

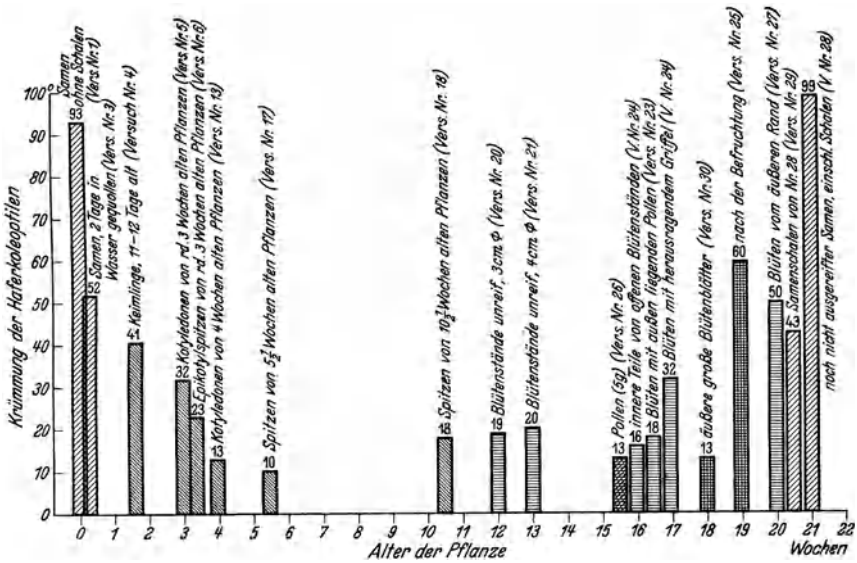


Abb. 37.

männlichen Blüten und reifen Pollenkörnern bei *Cucurbita*, *Cucumis* und *Zea*. Bei den weiblichen Blüten bzw. den weiblichen Organen der Blüten beginnt der geringe Wuchsstoffgehalt mit dem Augenblick der Befruchtung rasch sehr erheblich zu steigen. Abgesehen von dem Fall bei *Zea Mays* ließ sich mit der vielleicht etwas groben Methode in den Wurzeln der Versuchspflanzen kein Wuchsstoff nachweisen. Dieser Befund dürfte kaum verallgemeinert werden, wenn man bedenkt, in wie vielen Fällen sich mit anderen Untersuchungsmethoden gerade in den letzten Jahren zeigen ließ, daß auch in den verschiedensten Wurzelsystemen zu bestimmten Entwicklungsstadien erhebliche Wuchsstoffmengen vorhanden sind. So gelingt es NAGAO zu zeigen, im Gegensatz zu einigen Angaben von CHOLODNY, unter Anwendung einer etwas abgeänderten Agarwürfelchenmethode, daß in den Wurzelspitzen von *Helianthus annuus*, *Cucurbita moschata* var. *melonaeformis*, *Lupinus luteus* und *Pisum sativum* erheb-

liche Mengen von unspezifischem Wuchsstoff vorhanden sind. In einem basipetalen Strom wird der Wuchsstoff in einem Abschnitt von 2—6 mm unterhalb der Spitze weitergeleitet. Diese Stoffwanderung erfolgt also klar polar gerichtet und ebenso, wie die Wuchsstoffe an den oberirdischen

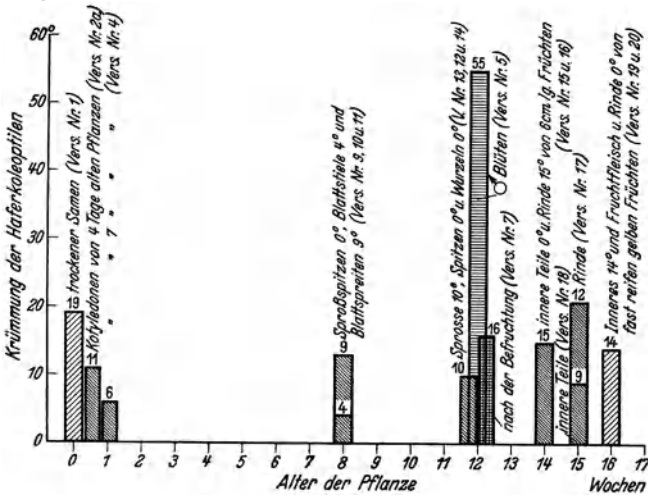


Abb. 38.

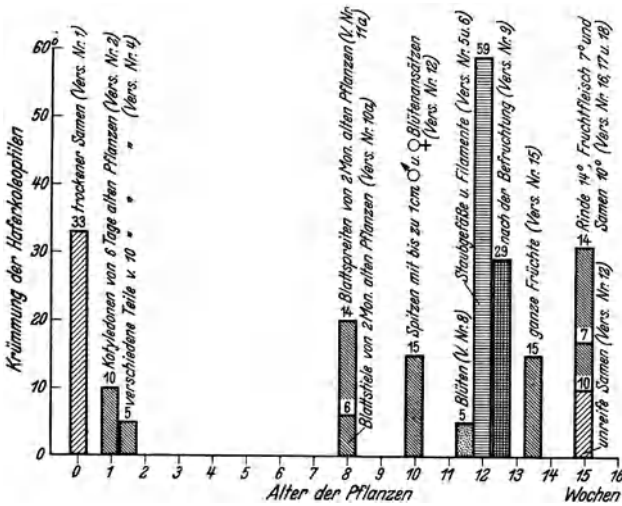


Abb. 39.

Organen, vom weiterwachsenden Vegetationspunkt ab. Es gelingt dem Verfasser, zu zeigen, daß in der Zeiteinheit aus einer 2 mm langen Wurzelspitze von *Avena sativa* mit der Agarwürfelmethode doppelt so viel Wuchsstoff (Dextroseagar nach BOYSEN JENSEN) gewonnen wird, als mit der von THIMANN angewandten Chloroformextraktionsmethode, mit der dieser Forscher selbst bei *Avenawurzeln* keinen Wuchsstoff

nachweisen konnte. Luftwurzeln von *Vitis Gongyloides* enthalten, wie ANDREAS mit Hilfe des *Avenatestes* zeigen kann, einen Wuchsstoff, der allerdings mit der WENTSCHEN Agarwürfelchenmethode nicht ausziehbar ist. Hier hilft die Chloroformextraktion. Behandlung dieser Luftwurzeln mit verschiedenen Wuchsstoffpasten (Paste aus Orchideenpollinien, Rhizopinpaste aus *Rhizopus suinus*, Paste aus Indolylessigsäure) hatte hier die gleiche Wirkung wie bei anderen Erdwurzeln, sie verzögerte das Wachstum erheblich. Über das Entstehungszentrum des Wurzelwuchsstoffes und seinen Transport können für dieses Objekt noch keine Angaben gemacht werden. Wie in den Versuchen NAGAOS geben die Wurzelspitzen von *Vicia faba* und *Zea mays* in den Untersuchungen GORTERS nur während der ersten 6 Stunden Wuchsstoff in Agarwürfelchen ab bei einer Länge von höchstens 8 mm. Die in der Wurzel von der Spitze ab wandernden Wuchsstoffmengen werden, sobald das Gebiet des eben ausdifferenzierten Wurzelzylinders erreicht ist, inaktiviert. Welche physiologischen Vorgänge dieser Inaktivierung zugrunde liegen, ist noch nicht zu klären. — Erst BOYSEN JENSEN gelang es, eine Methode zu finden, die es erlaubt, die Frage nach dem Wuchsstoffgehalt der Wurzeln für viele Arten erfolgreich zu bearbeiten. Das Auffangen des Wuchsstoffes in einem 10proz. Glykoseagar gelang auch bei den Objekten, bei denen sich mit anderen Methoden kein Wuchsstoff nachweisen ließ. Welcher Art diese Wirkung ist, ob physikalisch-osmotischer oder chemischer Natur, blieb ungeklärt. RAALTE gibt eine Deutung dieser Wirkung. Schon 3% Glykose im Agar steigert die ausdiffundierende Wuchsstoffmenge erheblich. Bei 10% Glykose im Agar liegt für *Vicia faba* das Maximum der Wuchsstoffausscheidung. Höhere Konzentrationen wirken ansteigend, wohl infolge der stärkeren osmotischen Kräfte, ausscheidungshemmend. Diese Befunde stützen weder die Annahmen THIMANNS noch die CHOLODNYS über Wuchsstoffezeugung und -wanderung in der Wurzelspitze. Wenn die Wirkung der Glykose, wie THIMANN annimmt, nur osmotischer Natur ist, dann muß sie sich durch iso-osmotische Lösungen anorganischer Salze ersetzen lassen. Diese Versuche zeigen, daß zwar verschiedene Salzkonzentrationen Steigerungen der Wuchsstoffabgabe zur Folge haben, daß jedoch diese Wuchsstoffabgabe ihren Höhepunkt bei niedrigeren Konzentrationen erreicht, als bei Glykosezugabe. Bemerkenswert ist es, daß verschiedene Glykosekonzentrationen in den aufeinanderfolgenden Stunden die Menge des abgegebenen Wuchsstoffes sehr stark ändern. Im Agar ohne Glykosezusatz wird schon in der ersten Stunde die maximal mögliche Wuchsstoffmenge ausgeschieden. Mit steigendem Glykosezusatz verlagert sich unter gleichzeitiger Erhöhung der absoluten erfaßbaren Wuchsstoffmenge das Maximum der Ausscheidung auf die zweite Stunde. Ist diese im Laufe der Versuchszeit steigende Menge des Wuchsstoffes allein

auf die osmotische Wirkung des Glykosezusatzes zurückzuführen, so müßte die Wuchsstoffmenge nach der Agardiffusion in der Wurzelspitze erheblich abnehmen. Durch die üblichen Ätherextraktionen läßt sich aber zeigen, daß eine Abnahme nicht stattfindet, sogar im Gegenteil eine Zunahme festzustellen ist. Damit ist zumindestens sehr wahrscheinlich gemacht, daß in der Wurzelspitze selbst die Produktion des Wuchsstoffes erfolgt und die Anwesenheit von Glykose fördernd wirkt. THIMANNS Vorstellungen, daß der Wuchsstoff in der Wurzelspitze grundsätzlich nur angereichert, aber nicht erzeugt werde, sind danach in ihrer allgemeinen Fassung als falsch anzusehen. Also auch im Wurzelvegetationspunkt wird Wuchsstoff selbst gebildet. — Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, daß Wuchsstoff a und b und Heteroauxin, von außen zugeführt, auf das Wurzelwachstum hemmend wirken. MEESTERS untersucht bei *Agrostemma Githago*, wie weit Heteroauxin in verschiedenen Konzentrationen das Wachstum der einzelligen Wurzelhaare beeinflusst. Wurzelhaare sind fünfmal unempfindlicher gegen den Einfluß von Heteroauxin, als die entsprechenden Wurzeln. Es liegt eine spezifische chemische, keine p_H -Wirkung vor, wie sich durch Versuche, in denen die gleiche Azidität durch Essigsäure hergestellt wurde, zeigen ließ. Heteroauxin kann bei den Wurzelhaaren dieses Objektes keine chemotropischen Krümmungen auslösen.

Heteroauxin kann schon in sehr geringer Verdünnung beschleunigte und vermehrte Wurzelbildung auslösen, wie HELLINGA für *Coleus* nachweisen kann. Dieser Wuchsstoff bewirkt hier nicht nur Zellstreckung, sondern auch Zellteilung. Wird nach einer bestimmten Zeit aus Mangel an Heteroauxin die Wurzelbildung eingestellt, so können neu zugefügte Mengen wieder erneute Wurzelbildung veranlassen. Bei überreichen Dosierungen wird ein Teil des Heteroauxins inaktiviert, ohne zur Auswirkung gekommen zu sein. Diastase in verschiedener Konzentration kann Wurzelbildung bei *Salix alba*, *vitellina* und *Ligustrum ovalifolium* nicht auslösen. Um die wurzelbildende Kraft von Hefeextrakten zu erklären, reicht die Menge von Heteroauxin, die in diesen Extrakten vorhanden ist, vollkommen aus. Wie auch andere Objekte, zeigt der *Coleus*stengel dem Wuchsstoffstrom gegenüber eine ausgesprochene Polarität. Bemerkenswert ist, daß starke Dosen von Heteroauxin an Stecklingen sowohl an der basalen als auch im schwächeren Maße an der apikalen Schnittfläche Wurzelbildung veranlassen. Mit abnehmender Konzentration schwindet die Wurzelbildung an der apikalen Schnittfläche. An keimfrei gezogenen Wurzeln von *Zea mays* kann GEIGER-HUBER die starke Empfindlichkeit von Wurzeln höherer Pflanzen gegenüber geringen Mengen von Heteroauxin zeigen. Bei einer Versuchstemperatur von 20° C ergaben Konzentrationen von $1,43 \times 10^{-5}$ bis $2,85 \times 10^{-9}$ molar eine Hemmung des Längenwachs-

tums proportional der Wuchsstoffmenge. Geringere Konzentrationen geben dagegen eine Förderung des Längenwachstum, deren Maximum bei ca. 3×10^{-11} lag. In Reihenversuchen ließ sich noch der Einfluß von 1×10^{-12} sicher fassen. Ob also das Heteroauxin hemmend oder fördernd auf das Längenwachstum der Wurzeln wirkt, ist allein abhängig von der Konzentration, nicht etwa von Änderungen im Molekelbau.

Temperatureinflüsse können auf die Wuchsstoffproduktion der Vegetationspunkte ändernd einwirken. Bringt man junge Maiskeimlinge während der Dauer einer halben Stunde unter eine Temperatur von 48°C , so wird das Längenwachstum stark gehemmt. Offensichtlich erfährt die Wuchsstoffezeugung in den Vegetationspunkten durch diesen Temperaturstoß eine starke Verminderung, denn Auftragen von Wuchsstoff von außen auf die Vegetationspunkte dieser hitzebehandelten Pflanzen kann erneutes Wachstum auslösen.

Tabelle 1.
Länge der Koleoptile, des Primärblattes, des Mesokotyls.

Kontrolle	30,1	31,0	48,5
Hitzebehandelt, ohne Wuchsstoff . . .	27,6	34,6	20,7
Hitzebehandelt, mit Wuchsstoff . . .	42,7	24,1	48,2

In Tabelle 1 ist gezeigt, wie zwei Tage nach der Hitzebehandlung die Hinzufügung von Wuchsstoff die Wachstumsverzögerung schon wieder eingeholt hat. Allerdings wird die gleiche Gesamtlänge durch eine verschieden starke Beteiligung der einzelnen Organe erreicht. — SNOW kann zeigen, daß entgegen der üblichen Annahme Heteroauxin auch für kurze Strecken in Sprossen (*Avenakoleoptilen*, *Helianthushypokotylen*) aufwärts wandern kann, wobei es wahrscheinlich ist, daß dieser Transport in den Leitungsbahnen, aber nicht unbedingt im Transpirationsstrom erfolgt. Dies Heteroauxin beschleunigt die Streckung. Ähnliche Beobachtungen konnten schon HITCHCOCK und ZIMMERMANN wie auch FISCHNICH für Tabak und *Coleus* machen. Auch hier blieb der Wanderungsweg im Einzelnen unklar, denn auch bei schwachem Transpirationsstrom zeigte sich eine schnelle Wirkung des Heteroauxins. Die Hemmungswirkung der Streckung nach anfänglicher starker Beschleunigung konnte für *Pisum* schon LE FANU nachweisen.

Der Wuchsstoffgehalt auch sehr nahe verwandter Formen, die unter gleichen Bedingungen herangezogen werden, kann sehr verschieden hoch sein. HAAN und GORTER untersuchen die Verhältnisse bei zwei Erbsensorten, „slender pea“ (langwüchsig) und „white raisin“ (kurzwüchsig). „Slender pea“ verdankt seine größere Länge nicht nur einer größeren Internodienzahl, sondern auch zahlreicheren und längeren Zellen. Das Maximum der Auxinausscheidung bei der WENTSchen Agarwürfelmethode liegt für diese Sorte 3 Stunden nach der Dekapitation, während bei „white raisin“ schon nach $1\frac{1}{2}$ Stunden dieser Zeitpunkt erreicht ist.

Nach $4\frac{1}{2}$ Stunden hat die langwüchsige Sorte schon über zweimal so viel Auxin ausgeschieden, wie die kurzwüchsige Sorte. Auxin ist bei „slender pea“ in sehr viel tieferen Regionen des Stengels noch vorhanden als bei der kurzwüchsigen Sorte, bei der der Katalasegehalt in den entsprechenden Höhen erheblich größer ist als bei der hochwüchsigen Form. Es kann sich, da der Katalasegehalt mit der Inaktivierung des abwandernden Wuchsstoffes in einem noch nicht ganz geklärten Zusammenhang steht, also das Auxin noch in tieferen Stengelteilen streckungs- (und wohl auch teilungs-) fördernd auswirken. Der Gehalt an oxydierenden Enzymen scheint somit für die Auswirkung des Auxins von erheblicher Bedeutung zu sein. Da nun Längenunterschiede in ihrer genetischen Gesetzmäßigkeit aus anderen Untersuchungen weitgehend bekannt sind, so bringt diese Arbeit gute Ansatzpunkte für sehr wesentliche genphysiologische Erforschungsmöglichkeiten.

Mehrere Untersuchungen bringen neue und erstmalig klare Ergebnisse über die entwicklungsphysiologischen Wirkungen, die von den verschiedenen Wuchsstoffen auf Holzgewächse ausgeübt werden. ROGENHOFER zeigt bei knospentragenden Stecklingen von *Populus nigra*, *Ligustrum ovalifolium* und *Ampelopsis*, daß die gebildete Kallusmenge von der Entfernung der Knospe von der Schnittfläche abhängig ist. Ersetzt man die Knospen durch eine Wuchsstoffpaste — es wurden Harnpaste, Wuchsstoff-a-Paste und Heteroauxinpaste verwendet — so zeigt sich eine verschieden starke fördernde Wirkung. Die größte Kallusmenge entsteht nach Heteroauxinbehandlung, Harnpaste hat viel schwächere Wirkung. Es ist möglich, durch Auswiegung der in der Zeiteinheit gebildeten Kallusmengen zu einer ziemlich genauen quantitativen Methode zu kommen. Auch diese Versuche geben den Nachweis, daß, im Gegensatz zu den Annahmen WENTS, die Wuchsstoffe nicht nur streckungsfördernd, sondern auch teilungsanregend wirken können, wie LAIBACH auch an anderen Objekten zeigen konnte. Wie auch der natürlich entstehende Kallus überwiegend am basalen Teil des Stecklings entsteht, so bildet sich an gleicher Stelle der Kallus nach Wuchsstoffbehandlung, wobei es ziemlich gleichgültig ist, ob die Zuführung an der apikalen oder an der basalen Schnittfläche erfolgt. Die Leitung des Wuchsstoffes erfolgt nur in der Längsrichtung, wie sich nach Spaltung des Stecklings und Einfügung eines Glimmerplättchens bei apikaler Auftragung zeigen läßt. Die Leitung geht nicht durch den Holzkörper, sondern durch Gewebe außerhalb des Kambiumringes. „Fenster“, die in den Steckling seitlich bis in Kambiumtiefe eingeschnitten werden, zeigen nach Wuchsstoffbehandlung starkes Kalluswachstum. Das Kambium kann also durch Behandlung mit den verschiedenen Wuchsstoffen zu Teilungen angeregt werden. Bei *Fraxinus ornus* untersucht GOUWENTAK den Einfluß von Heteroauxin auf die Kambiumtätigkeit. Heteroauxin sowie mit Chloroform hergestellte Knospensextrakte können in

läuft die Holzbildung in beiden Fällen verschieden. Bei größeren Dosen von Heteroauxin wird dicht unter der Schnittfläche Frühholz von wundholzähnlichem Charakter gebildet, und erst in tieferen Schichten entsteht normales Frühholz, wie es auch bei der Bildung eines neuen Jahresringes ausdifferenziert wird. Eine einmalige und geringe Behandlung mit Heteroauxin löst schon dicht unter der Schnittfläche die Entstehung von normalem Frühholz aus. Extrakte aus schwellenden Sprossen das Kambium zur Holzbildung anregen. Allerdings verknospen veranlassen dagegen in der Nähe der Schnittstelle die Bildung einer Schicht von dünnen tracheidenähnlichen Elementen, und erst tiefer wird manchmal Spätholz ausdifferenziert. Nie entsteht, wohl

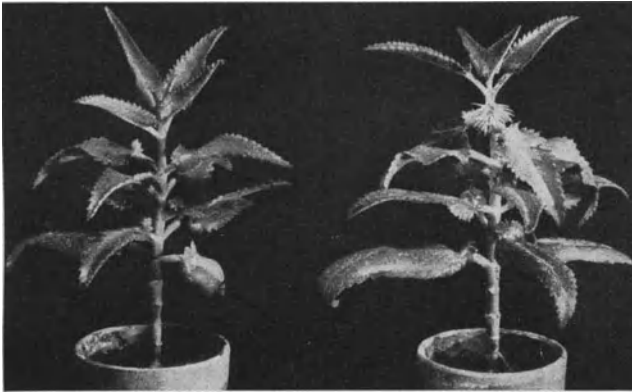


Abb. 40. *Kalanchoe daigremontiana* zeigt am oberen Ende des Sprosses starke Bildung von Adventivwurzeln nach Behandlung mit Lanolinpaste, die 0,05 % Methyl-Indolylazetat enthält (rechts, links Kontrolle). (ZIMMERMAN, HITCHCOCK und WILCOXON.)

infolge der geringeren Wuchsstoffmenge in schon ausgetriebenen Knospen, Frühholz in den behandelten Sprossen. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß eine Annahme von mindestens zwei Wuchsstoffen, die die Kambiumtätigkeit und damit das sekundäre Dickenwachstum bestimmen sollen, nicht mehr erforderlich ist. Ein Wuchsstoff kann allein verantwortlich sein. Systematisches Abtasten des Kambiums im Laufe des ganzen Jahres mit gleichen Wuchsstoffmengen müßte weitere Klärung in der Frage nach der Rolle der Wuchsstoffe beim sekundären Dickenwachstum geben. — ZIMMERMAN, HITCHCOCK und WILCOXON zeigen, daß eine größere Anzahl weiterer Ester als pflanzliche Wirkstoffe in Betracht kommen als bisher bekannt war. Es handelt sich dabei um Methyl- α -Naphthalenazetat, Äthyl- α -Naphthalenazetat, Methyl-Phenolazetat, Äthyl-Phenolazetat, Butyl-Phenolazetat, Iso-Butyl-Phenolazetat, Methyl- β -Indolylazetat, Methyl- β -Indolylpropionat, Methyl- β -Indolylbutyrat. Von diesen Stoffen zeigt Methyl- β -Indolylazetat eine noch stärkere Wirkung als

das Heteroauxin. Im allgemeinen sind die Methyleneester stärker als die Äthyl- und Butylester. In Abb. 40 ist starke Wurzelbildung am Sproß von *Kalanchoe daigremontiana* nach Behandlung mit 0,05proz. Methyl-Indolylazetat dargestellt.

Entscheidende Bedeutung für die Reaktionsfähigkeit der höheren Pflanzen gegenüber Wuchsstoffeinwirkungen können die Kulturbedingungen haben, unter denen die Pflanzen herangezogen oder wenigstens

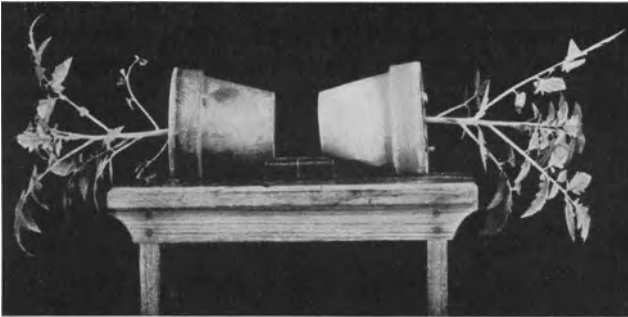


Abb. 41 a. Tomatenpflanzen, die nach viertägigem Dunkelaufenthalt die Fähigkeit verloren haben, auf Schwerkraftreize zu antworten.

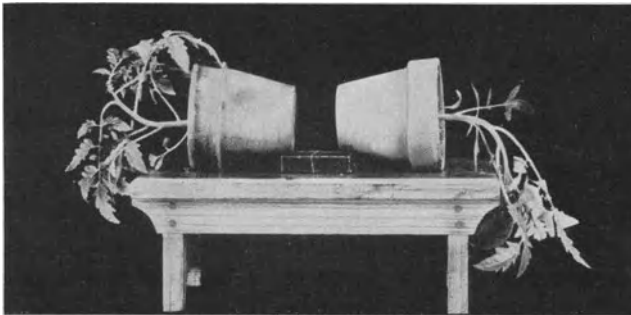


Abb. 41 b. Die gleichen Pflanzen, nach Behandlung mit Lanolinpaste, die 0,1 % Indolyl-Propionsäure enthält. Links Unterseite, rechts Oberseite behandelt. (ZIMMERMAN und HITCHCOCK.)

einige Tage vorher gehalten wurden. Längerer Aufenthalt im Dunkelraum vernichtet nach ZIMMERMAN und HITCHCOCK bei der Tomate z. B. die Reaktionsfähigkeit auf die Schwerkraft. Horizontal gelegte Pflanzen wachsen in dieser Richtung weiter, behalten aber, wie Abb. 41 a und b zeigen, die Empfänglichkeit für Wuchsstoffeinwirkungen bei. Dunkelaufenthalt länger als 5 Tage läßt auch die Wuchsstoffempfänglichkeit vollkommen schwinden. Bei Tabak dagegen bleibt auch nach 30tägigem Dunkelaufenthalt die Reaktionsfähigkeit auf Schwerkraft- und Wuchsstoffreize erhalten. Im Licht gezogene Pflanzen reagieren maximal nach 6—10 Stunden auf die Wuchsstoffbehandlung durch

einseitiges beschleunigtes Wachstum. Nach ungefähr derselben Zeit kehren Sprosse und Blätter wieder in ihre alte Lage zurück. Im Licht gezogene Pflanzen reagieren im Dunkel sehr viel empfindlicher als im Licht.

c) Physiologie der Blütenentwicklung und Fruchtreife.

Die alte Frage, ob bei höheren Pflanzen die Blühreife abhängt von dem Vorhandensein besonderer blütenbildender Stoffe oder von einem bestimmten Verhältnis von zwei größeren Stoffgruppen (Kohlehydrate zu Salzen), ist noch immer nicht allgemein entschieden. KUIPER und WIERSUM weisen für die Sojabohne (*Glycine Max L.*) nach, daß bei diesem Objekt blütenbildende Stoffe vorhanden sind. Ganz allgemein bestehen stoffliche Beziehungen zwischen ersten Entwicklungsstadien und Blütenbildung, wie schon die Keimstimmungsuntersuchungen LYSSENKOS gezeigt haben. Diese Nachwirkungen aus frühesten Stadien auf den späteren Zeitpunkt der Blütenbildung sprechen gegen die Allein- und Allgemeingültigkeit der KLEBSSchen Vorstellungen über die Entstehung der Blühreife! KRASNOJELLSKAJA konnte bei Behandlung mit verschiedenen Zuckern und N-haltigen Substanzen bei einigen Sommerweizenformen keine Blütenbildung auslösen, konnte aber Verzögerungen erzielen durch Extrakte aus Winterweizen. Sojabohnen unter 9 $\frac{1}{2}$ stündigem Kurztag herangezogen, blühten Anfang Juli, unter Langtag dagegen zeigten sich keine Hinweise beginnender Blütenbildung. Pfropfte man Langtagsreiser auf eine blühreife Kurztagsunterlage, so wurden keine neuen Blüten entwickelt, die schon vorhandenen wuchsen nicht weiter, in vielen Fällen kam es sogar zu einem stärkeren Abwurf der Blätter. Das Reis dagegen wuchs kräftig weiter, und einmal bildete sich sogar Mitte September eine Blütenknospe. Die umgekehrte Pfropfung entwickelte sich vollkommen anders. Das Kurztagsreis wuchs sehr schlecht, verlor viele Blätter und hörte mit der Blütenbildung auf. An der Unterlage begann dagegen bald eine Ausbildung von Blütenknospen. Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß hier blütenbildende Stoffe wirksam sind, die in basipetaler Richtung rascher wandern, als umgekehrt. KNODEL kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die N-Zucker-Verhältnisse, wie KLEBS annahm, nicht allein für die Entstehung der Blühreife verantwortlich zu machen sind, denn oft kommt es bei einem gleichen Verhältnis dieser beiden Stoffgruppen in einem Fall zur Blütenentwicklung, im anderen Falle nicht, während umgekehrt ein sehr verschiedenes Verhältnis doch zu dem Ergebnis der Blühreife führen kann. — In einem knappen Bericht bringt VAN SLOGTEREN eine übersichtliche Darstellung, wie verschiedene Temperatureinflüsse im Zwiebelstadium Wachstum und Blütenentwicklung bei Tulpen, Hyazinthen und Narzissen beeinflussen können. Durch richtigen Temperatureinfluß in jedem bestimmten Entwick-

lungsabschnitt während der Ruhezeit läßt sich Wachstum und Blütenbildung steuern, so daß es ziemlich in der Hand des Experimentators liegt, wann er die Blüte hervorlocken will. Die Temperaturkurven sind für die einzelnen Arten und Sorten verschieden. Kleine Abweichungen in der Temperaturhöhe zu bestimmten Entwicklungsstadien ergeben wesentliche Störungen der Blütengröße und -gestalt, und bei Hyazinthen auch der Blütenzahl, die den Handelswert herabsetzen. Die im Blumenzweibelinstitut in Lisse durchgeführten Versuche dienen in erster Linie den praktischen Bedürfnissen der holländischen Blumenzüchter. Doch ließen sich auf dem gleichen Wege mit genetischen Fragestellungen und unter Anwendung von stoffwechselphysiologischen Methoden ganz besonders tiefe Einblicke in den Mechanismus der Blütenbildung und der Organdifferenzierung gerade bei diesen Objekten gewinnen, denn morphologisch klar faßbare Entwicklungsabläufe, deren genetische Bedingtheit erkannt sind, können unter konstanten und sicher quantitativ abwandelbaren Außenbedingungen ablaufen, also eine Gunst der Verhältnisse, die sonst dem Entwicklungsphysiologen nur selten geschenkt wird. — In den meisten Fällen hat man bisher die Beobachtung gemacht, daß bei extrem schlechten Außenbedingungen zuerst die vegetativen Organe, besonders Blätter, beeinträchtigt werden, die generativen Organe dagegen so lange wie möglich geschont werden. HOWLETT kann indessen für die Tomate zeigen, daß Kohlehydratmangel, etwa infolge von Dunkelkultur, zuerst zu einer Störung in der Ausbildung der männlichen Organe führt. Die Mikrosporen degenerieren, und es kommt zur Pollensterilität. Die weiblichen Blütenorgane werden durch den Mangel an bestimmten Kohlehydraten nicht geschädigt. Diese Untersuchungsergebnisse bringen sehr gute Ansatzpunkte zu einer entwicklungsphysiologischen Analyse der phänotypischen Geschlechtsbestimmung. Extremer Stickstoffmangel führt zu keinerlei Störungen in der Blütenregion. — Für einige Cucurbitaceen und Solanaceen untersucht YASUDA (I, 2) die Gesetzmäßigkeiten der parthenokarpen Fruchtentwicklung. Bei einem japanischen Kürbis, der bei natürlicher Entwicklung keine Parthenokarpie zeigt, gelingt es parthenokarpes Auswachsen der Fruchtknoten zu erzielen nach Bestäubung mit anderem Cucurbitaceenpollen oder auch mit unreifem Pollen der eigenen Art. Im letzten Falle kann es auch zur Samenbildung kommen. Solanaceenpollen ist hier ohne jede Wirkung, wäßrige Pollenauszüge können nur eine schwache Anfangsentwicklung auslösen, die nicht zur Bildung reifer Früchte führt. Klappt man nach Selbstung mit reifem eigenen Pollen den Griffel zu verschiedenen Zeitpunkten, so kann man nachweisen, daß von den wachsenden Pollenschläuchen, wenn sie bis zum Griffelgrund vordringen, ein Reiz ausgeht, der Parthenokarpie auslöst. Daß dieser Reiz stoffliche Grundlagen hat, läßt sich nachweisen, wenn Griffel, in denen Pollen wächst, abgeschnitten und mit einer Gelatinezwischen-

schicht wieder aufgesetzt werden. Kontrollen schließen aus, daß der Wundreiz Parthenokarpie auslöst. Parthenokarpie und parthenogenetische Entwicklung der Samen erscheinen nach diesen Untersuchungen nur graduell unterschieden zu sein, bedingt durch die Menge des von den wachsenden Pollenschläuchen ausgehenden entwicklungsanregenden Stoffes. — Für viele Fragen der Steinobstzucht ist es von Bedeutung, welche Beziehungen bestehen zwischen Embryoentwicklung und Fruchtentwicklung, besonders im Hinblick auf Sterilitäts- und Fertilitätsfragen. TUCKEY studiert diese Probleme an Kirschen und Pfirsichen. In der Fruchtentwicklung lassen sich drei klar umschriebene Stadien feststellen. Im ersten Stadium macht das Perikarp ein sehr starkes Wachstum durch, während der Embryo nur sehr wenig weiter wächst. In dem zweiten Abschnitt liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt: das Perikarp entwickelt sich nur langsam weiter, der Embryo dagegen wächst erheblich. Im letzten Stadium klingt dieses Embryowachstum langsam ab, während das Perikarp weiter wächst bis zur völligen Fruchtreife. Das erste Stadium ist bei den einzelnen Arten und auch Sorten verschieden lang (*Pr. avium* 21 Tage, *Pr. cerasus* 17 Tage, Pfirsich 19 Tage). Im Stadium II sterben sehr viele Embryonen ab. Es ist nun zu prüfen, ob zwischen diesem Absterben und der Perikarpentwicklung der reifenden Frucht im Stadium III Beziehungen bestehen. Diese Fragen

wurden untersucht an frühen, mittleren und spätreifen Sauerkirschen und Pfirsichen. Wie in Abb. 42 gezeigt wird, werden die reifenden Früchte in den verschiedenen Stadien mit einem Drillbohrer in verschiedener Art behandelt, daß etwa nur fleischiges oder steiniges Perikarp oder der Embryo selbst verletzt wurde. Zerstörung des Embryos im zweiten Stadium hat zur Folge eine sofortige Beendigung der Weiterentwicklung der Früchte, die dann bald einschrumpfen und abfallen. Erfolgt dagegen die Störung des Embryos zu Beginn der dritten Periode, so kommt es zur Frühreife bei verminderter Fruchtgröße. Fördernd sogar wirkt sich eine Vernichtung des Embryos in der Mitte der dritten Periode aus, denn die Früchte reifen rascher bei vermehrter Größe. Verletzung des fleischigen oder steinigen Perikarps allein hat keinerlei Einfluß auf den Ablauf der Fruchtreife. Eine Parallele zwischen Embryoentwicklung

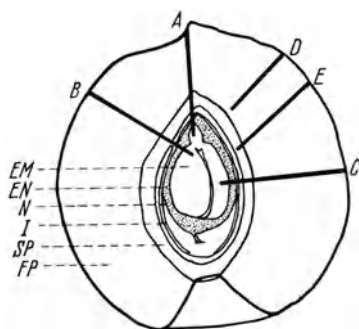


Abb. 42. Schematischer Längsschnitt durch eine reifende Pfirsichfrucht. Die Längsstreifen zeigen die verschiedenen Arten der mechanischen Verletzung. (A = Verwundung vom distalen Fruchttende her in den Embryo hinein, B = Verwundung von der Bauchnaht her, C = Verwundung seitlich durch das Fruchtfleisch, D = nur Verwundung des fleischigen Perikarps, E = nur Verwundung des steinigen Perikarps, D u. E ohne Verletzung des Embryos. (TUCKEY.)

und Perikarpentwicklung besteht also nicht. Bei frühreifenden Kirschen- und Pfirsichsorten scheint das frühe Absterben die Fruchtentwicklung besonders in Mitleidenschaft zu ziehen. So aufschlußreich diese Beobachtungen sind zusammen mit den früheren Feststellungen KOBELS, BRANSCHIEDTS und VON VEHS, es fehlt vorläufig noch eine Entwicklungsphysiologie der Fruchtreife der Obstarten auf genetischer Grundlage, die neben theoretischen Erkenntnissen auch wesentlich praktisch auswertbare Ergebnisse bringen würde.

3. Gestörte Differenzierung, Restitution, Regeneration.

a) Störungen durch äußere Wuchsstoffbehandlung.

Es ist naheliegend, die Wirkung der verschiedenen Wuchsstoffe, die innerhalb des ungestörten pflanzlichen Organismus von so entscheidender Bedeutung für jegliche Gestaltbildungen sind, durch ein Abtasten an den verschiedenen Organen in den einzelnen Entwicklungsabschnitten und bei möglichst vielen Formen zu untersuchen. LAIBACH und MAI prüfen bei zwei sehr gut regenerierenden Formen (Tomate, *Coleus*) diese Verhältnisse. Sie erhalten bei beiden Objekten unter Benutzung der Wuchsstoffpaste eine Fülle von abweichenden gestaltlichen Bildungen, die in einzelnen Fällen auch so in der Natur vorkommen. So zeigen z. B. behandelte Tomaten Vereinfachungen der Blätter, Verbänderungen, Aszidien, Verwachsungen der Sproßsysteme und Einwachsen des Vegetationspunktes an der jungen Keimpflanze. Überschwemmung des Vegetationspunktes mit großen Wuchsstoffmengen von außen her kann also das ganze von geordneten Wuchsstoffströmen innerhalb der Pflanze bestimmte geschlossene System völlig zerstören. Welche tiefgehenden Erkenntnisse eine allerdings fest geordnete und dosierte Anwendung dieses Arbeitsprinzips für entwicklungsphysiologische Fragestellungen erbringen kann, läßt sich noch nicht übersehen, ist aber kaum zu unterschätzen. Besonders wesentlich dürfte hier auch wieder eine Verkoppelung dieser Arbeitsweise mit genetischen Fragestellungen an den geeigneten Objekten sein, etwa in der Richtung, um nur ein Beispiel aufzuzeigen, daß eine bestimmte Wuchsstoffmenge geeignet ist, die Wirkung eines Längengenes aufzuheben und so die Wirkungsweise dieses Genes physiologisch mengenmäßig bestimmbar ist. — Auch bei *Coleus* lassen sich wesentliche Änderungen der Grundstruktur erzielen, wenn etwa nach Wuchsstoffbehandlung an Stelle der gewöhnlichen gegenständigen Blattstellung die quirlige tritt. — Behandelt man nach HITCHCOCK und ZIMMERMAN abgeschnittene Sprosse von *Ilex*, *Taxus*, *Pachysandra*, *Hibiscus*, *Acer* und *Chrysanthemum* mit verdünnten Lösungen von Heteroauxin und verwandten, als pflanzliche Hormone wirksamen organischen Verbindungen, so genügt schon ein nur

wenigstündiger Aufenthalt, um nicht nur beschleunigte, sondern auch vermehrte Adventivwurzelbildung auszulösen. Über die quantitativ verschiedene Wirkung der einzelnen Stoffe ist in der Arbeit selbst nachzulesen. Mit Ausnahme von *Acer palmatum* wirken jedenfalls die wäßrigen Lösungen sehr viel stärker als die Wuchsstoffpaste. Nichtschlafende Knospen werden durch diese Behandlung von der basalen Schnittfläche in ihrer Entwicklung gehemmt, Beobachtungen, die mit denen SNOWS und LE FANUS sehr gut in Einklang stehen.

b) Korrelationen.

LE FANU befaßt sich ausführlich mit der Frage, wie weit bei *Pisum* äußerliche Wuchsstoffbehandlung auf die Korrelationen, die das harmonische Zusammenwirken der einzelnen Teile des Sproßsystems bestimmen, einen Einfluß hat. Achselknospen werden in ihrer Entwicklung gehemmt, wenn Stecklinge mit nur einem Knoten mit ihrem unteren Ende in eine Heteroauxinlösung getaucht werden. Das gleiche geschieht mit ganzen abgeschnittenen Sprossen bei derselben Behandlung. Wie in vielen anderen Fällen reagiert auch hier die Pflanze auf Wuchsstoffreize von außen her klar polar. So fördert die von der oberen Schnittfläche her zugefügte Wuchsstoffpaste das Streckungswachstum des Internodiums sehr viel stärker als die Zugabe von unten her. Entsprechend wird auch das Auswachsen von Knospen durch basale wie durch apikale Pastenbehandlung gehemmt, wobei die Zuführung von oben her stärker hemmend wirkt. Entscheidend für die Wirkung des Heteroauxins ist also der Ort, an dem es von außen her angesetzt wird. Über die Frage des Heteroauxintransportes und seine Geschwindigkeit herrschen noch einige Unklarheiten. — Eine ausführliche Darstellung der bisher gefundenen Ergebnisse unter Einbeziehung eigener Untersuchungen der Korrelationen zwischen Sproß, Achselknospen der Keimblätter und der Primärblätter bei *Phaseolus multiflorus*, *Vicia faba* und *Pisum sativum* gibt HAGEMANN.

c) Weißbunte Formen in ihrer Bedeutung für die Analyse der Formbildung.

Die entwicklungsgeschichtliche und entwicklungsphysiologische Untersuchung der verschiedenen weißbunten, also in ihrem Chlorophyllapparat irgendwie gestörten Formen hat für die Erkenntnis des Determinationsvorganges wesentliche Unterlagen erbracht. RENNER untersucht bei einer Anzahl randpanaschierter und den zugehörigen reingrünen Formen die Entwicklungsgeschichte des Dermatogens am wachsenden Vegetationspunkt. Er kommt bei der Betrachtung von *Sambucus nigra albocincta*, *Veronica gentianoides albocincta*, *Pelargonium* Freak of nature albocincta, *Chlorophytum commosum* albo-

cinctum zu der Feststellung, daß im Gegensatz zu den grünen Normalformen hier im Dermatogen perikline Teilungen ablaufen. Es ist also ratsam, bei der Verallgemeinerung von Schlüssen aus entwicklungsgeschichtlichen und entwicklungsphysiologischen Befunden an panaschierten Formen vorsichtig zu sein. — RISCHKOW untersucht an einer großen Zahl von buntblättrigen Periklinalchimären den Ursprung des Mesophylls bei Dikotylen. In vielen Fällen ist am Aufbau dieser Schicht das Dermatogen beteiligt. Doch kann der Grad der Beteiligung sogar bei ein und derselben Pflanze verschieden sein. Bei *Petunia hybrida* z. B. ist allein bei den blüthenahen Blättern das Dermatogen am Mesophyll beteiligt, während an den entfernteren Blättern nur die subepidermalen Schichten das Mesophyll liefern. Analyse von vielen diplo- und triplochlamidäischen Formen erbringt den Nachweis, daß in einzelnen Fällen, z. B. bei *Pelargonium*, Schichten bis zur vierten Subepidermalen an der Blattbildung beteiligt sein können. Auch hier muß gesagt werden, daß eine Verbindung dieser Methode der Chimärenuntersuchung mit genetischen Fragestellungen, etwa die entwicklungsphysiologische Analyse von Chimären aus genetisch verschiedenen Gewebeschichten, wesentliche neue Erkenntnisse erbringen müßte.

d) Regeneration und Restitution.

In einer kurzen Mitteilung berichtet BURLET über eine gut ausgebaute Methodik der pflanzlichen Gewebekultur, die eine wirklich genaue quantitative Auswertung ermöglicht. — Wie bei vielen Wasserpflanzen ist auch bei *Podestemon ceratophyllum* die Regenerationsfähigkeit in allen vegetativen Organen sehr groß. HAMMOND berichtet über Versuche an diesem Objekt. Wird eine Wurzelspitze abgeschnitten, so entsteht nach sehr kurzer Zeit aus der Schnittfläche ein neuer Vegetationspunkt, wobei es im Gegensatz zu den Befunden bei anderen Objekten gleichgültig ist, in welchem Abstand von der Spitze der Schnitt gelegt wurde. Wurzeln können auch an den Schnittflächen der horizontalen und aufrechten gekappten Sprosse entstehen, ebenso wie an der Schnittfläche eines abgetrennten Blattes.

Mehrere Untersuchungen bringen neue Tatsachen über die Wachstumsbedingungen abgetrennter Wurzeln in Lösungskulturen. TSUNG-LE LOO und SHIH-WEI LOO prüfen die Wirkung von Blattextrakten auf isolierte Wurzelspitzen von *Zea mays*. Genormte Auszüge aus jungen Blättern verschiedener Arten wirken wachstumfördernd. In Blattextraktkulturen sind die Randzellen der Wurzelspitzen langgestreckt und von sehr regelmäßigem Wuchs, in Kontrollen dagegen gekrümmt und ungleichmäßig. Aus diesen Versuchen wird geschlossen, daß sich in den jungen Blättern ein Stoff befindet, der Wurzelwachstum fördert. Die Versuchsergebnisse können eine Stütze der Vorstellung WENTS über

das Vorhandensein von Rhizokalin bringen. ROBBINS und WHITE berichten über neue Kulturmethode für isolierte Wurzelspitzen von *Zea mays*. Bei Benutzung der angeführten Lösung unter Verwendung von Agar- und Filterpapierauszügen gelingt es, ein maximales Wachstum von 1 mm langen Wurzelspitzen zu einer Gesamtlänge von 61 cm und von 2 mm langen Wurzelspitzen zu einer solchen von 85 cm zu erzielen, das sind 0,9 bzw. 1,4 cm in 24 Stunden. Mehrstündiger Aufenthalt während an der Oberfläche von dünnflüssigem Agar innerhalb längerer Lösungskultur kann das Wachstum sehr fördern. ROBBINS, BARTLEY und WHITE untersuchten an 0,5—1 cm langen Wurzelspitzen der gleichen Form und von *Triticum* und *Pisum*, welche Regenerationsfähigkeit den einzelnen Schichten des Wurzelvegetationspunktes zukommt. Beim Mais und der Erbse werden nach Längsspaltung der Wurzel zwei ganze Wurzeln regeneriert, und das gleiche Ergebnis hat Längsdritteln. Hier ebenso wie bei den verschiedenen Möglichkeiten der Querschnitte wird sich stets dann wieder ein vollkommenes Regenerat bilden, wenn in dem abgetrennten Teilstück von allen Schichten des embryonalen Wurzelgewebes größere Zellkomplexe vorhanden sind. Bei zu kleinen Teilstücken oder solchen, denen bestimmte Schichten des embryonalen Wurzelgewebes fehlen, kommt es zu unregelmäßig gewucherten Regeneraten, die nicht mehr wurzelähnlich sind. Von den Versuchsobjekten zeichnete sich *Triticum* durch die schlechteste Regenerationsfähigkeit aus.

4. Polarität.

Auf die Bedeutung von einer Anzahl von Wuchsstoffuntersuchungen für die Lösung des Polaritätsproblems ist schon weiter oben in anderem Zusammenhange hingewiesen worden. SCHWANITZ untersucht die Gesetzmäßigkeiten polarer Regeneration an Rhizomen von *Lathyrus pratensis* und *Agropyrum repens*. Abgetrennte und ihrer Blattmasse beraubte Sprosse beginnen in kurzer Zeit mit Sproß- und Wurzelregeneration, deren beider Maximum am Vorderende liegt. Klare Beziehungen zwischen Eiweißgehalt und Regeneration ließen sich nicht aufzeigen. Zu verschiedenen Zeiten durchgeführte Zerteilungen der regenerierenden Rhizome in gleichgroße Teilstücke erbrachten Ergebnisse, die zu der Annahme führten, daß der polaren Regeneration zwei Komponenten zugrunde liegen, einmal eine, die die polare Leitfähigkeit der Gewebe bestimmt, und dann ein Stoff, der für das Auswachsen von Wurzeln und Sprossen verantwortlich ist. Erweiterung dieser Untersuchung mit Methoden der Wuchsstoffforschung verspricht gute Ergebnisse bei diesen Objekten. — In einem zusammenfassenden Bericht behandelt HÄMMERLING die für das Polaritätsproblem wesentlichen Ergebnisse seiner Regenerationsuntersuchungen an *Acetabularia*. Im Gegensatz zu den von OEHLKERS geäußerten Bedenken kommt nach

neuen Versuchen der Verfasser erneut zu der Anschauung, daß die Stoffe, die die Formbildung auslösen, am Ort der Formbildung proportional zu ihrer Konzentration wirken. Für irgendeine polare Struktur im Protoplasma ließen sich bisher keine Anhaltspunkte finden. Welche Faktoren die Strömungsrichtung der Wuchsstoffe bestimmen, ist noch ungeklärt.

5. Ablauf der Gesamtentwicklung in seiner Abhängigkeit von Außenfaktoren.

An der Chrysanthemensorte „Majestic“ untersucht STÖRMER, ob Follikelhormon in irgendwelchen Konzentrationen auf die vegetative Entwicklung und den Beginn der Blüte einen Einfluß hat. Im Gegensatz zu den Befunden von SCHOELLER und GOEBEL lassen sich bei dieser Chrysanthemensorte auch nicht die allergeringsten Beeinflussungen durch das Präparat feststellen, obgleich dieselbe Methodik dieser Untersucher auf das genaueste angewendet wurde. — Eine zusammenfassende Darstellung der Gedanken LYSENKOS über die Keimstimmung und deren Bedeutung für die gesamte Pflanzenzucht gibt SCHILLER. Die Entwicklung der höheren Pflanzen erfolgt in einzelnen Stufen, die alle nacheinander durchlaufen werden müssen, deren Dauer aber nicht von vornherein festgelegt ist. Die erste Stufe ist die Wärmestufe. Hier ist eine für jede Pflanzenform spezifische Temperatur der entscheidende Minimumfaktor, der z. B. beim Wintergetreide niedriger liegt als beim Sommergetreide. In der zweiten, der Lichtstufe, ist eine bestimmte Lichteinwirkung, die wieder artspezifisch ist, bei normalen anderen Außenbedingungen allein entscheidend für die weitere Entwicklung. Weitere Stufen sind noch nicht fest umschrieben. Durch geeignete Änderungen der Bedingungen der beiden Stufen gelingt es nun, den ganzen folgenden Entwicklungsablauf, also auch Blüte und Fruchtreife, zeitlich erheblich zu verschieben. Es ist so ohne Schwierigkeit möglich, durch Änderung der Umwelt während einer kurzen Entwicklungsstufe jeden Winterweizen als Sommerweizen wachsen zu lassen. Mit dieser Methode gelingt es dem Züchter, nicht nur Formen verschiedener Periodizität zum gleichzeitigen Blühen zu bringen, sondern es ergeben sich weitere besondere Möglichkeiten für andere pflanzenbauliche und -züchterische Fragen. Man kann z. B. unter Ersparung großer Umwege aus zwei spätreifen Sorten, von denen eine durch ungünstige Klimabedingungen in Stufe 1 (Temperatur) und die andere durch solche der Stufe 2 (Licht) gehemmt werden, nach entsprechender Keimstimmung in der *F* 2-Generation konstante frühreife Formen erhalten. Ist durch Keimstimmung auf Stufe 1 ein Vorreifen etwa einer Wintergetreideform vorgenommen, so ist, wie auch RUDORF bestätigen konnte, stets ein Langtag nötig, um das Schossen auszulösen. — In einer größeren Untersuchung befaßt sich VOSS mit der für die Praxis sehr wich-

tigen Frage nach den Gesetzmäßigkeiten des Schossens bei verschiedenen Rübensorten. Er zeigt, daß im Gegensatz zu der üblichen Auffassung nicht Frosttemperaturen, sondern nur niedrigere Temperaturen von $+1^{\circ}$ bis $+4^{\circ}$ C völlig ausreichend sind, um Schossen bei Zucker- und bei Futterrüben auszulösen. Bei solcher Kältebehandlung reagieren von keimenden Samen, jungen und alten Keimpflanzen die letzten am stärksten durch Schossen. Neben dem Temperaturfaktor sind Licht und Temperatur während der weiteren Entwicklungsstadien von geringerer Bedeutung. Fördernd wirkt zunehmende Lichtintensität, während zunehmende Temperatur, trotz früherer Kältevorbehandlung, das Schossen hemmt. Diese typischen Langtagspflanzen zeigen nach Kältebehandlung im Versuchshaus starke Sortenunterschiede, denen die Ergebnisse der Feldversuche hier weitgehend entsprachen. Die Versuche haben weitgehende Parallelen zu den Keimstimmungsuntersuchungen beim Winterweizen, bei dem auch nach LYSSENKO nicht Frost erforderlich ist für die Schaffung der Schoßbereitschaft, sondern nur eine niedrigere Temperatur wenig über 0° C. — STEINBERG und GARNER untersuchen die Wirkung verschiedener Temperaturen auf einige Lang-, Mittel- und Kurztagspflanzen. Die Zuckerrübe als Langtagspflanze kommt nach Kältebehandlung bei Dauerlicht und mittleren Temperaturen schon in 39 Tagen zur Blüte. Bei geringen Taglängen begünstigen niedrigere Kulturtemperaturen die Blühreife. Die Ansicht des Verfassers, daß die Zweijährigkeit der Kulturrüben allein ein Ergebnis ungünstiger Umweltbedingungen ist, trifft in dieser Allgemeinheit nicht zu, denn für einzelne Zuckerrübenrassen ist die genetische Bedingtheit des Schossens einwandfrei festgestellt. Lang-, Mittel- und Kurztagssojabohnen reagieren bei verschiedenen Temperaturstufen mit jeweils verschiedenen Taglängen, die nötig für Blüte sind. Bei günstiger Temperatur liegen die kritischen Taglängen für die frühen Formen bei einem 17-Stunden-Tag, die mittleren bei einem 15-Stunden-Tag und die späten bei einem $13\frac{1}{2}$ -Stunden-Tag, während die Optima jeweils um 3—4 Stunden niedriger sind. Veränderungen der Kulturtemperaturen verschieben alle diese Werte. Niedere Temperaturen verzögern bei allen Taglängen den Eintritt der Blühreife, starke Temperaturerhöhungen steigern das vegetative Wachstum. — HACKBARTH untersucht die photoperiodischen Reaktionen der züchterisch bedeutsamen Lupinenarten. Wenn sich auch nicht für alle Arten schon eine Klärung in dieser Frage erzielen ließ, so steht doch fest, daß *L. albus* und *mutabilis* tagneutral sind. *L. angustifolius* und *luteus* werden dagegen durch 12-Stunden-Tag in Blüte, Ansatz und Reife gehemmt, der Ablauf dieser Prozesse verzögert, doch ist hier offensichtlich auch Temperatur und Feuchtigkeit von Bedeutung. Züchterisch ungünstige Kurztagsarten fehlen bisher.

Eine kurze Mitteilung von ZIMMERMAN und HITCHCOCK über Untersuchungen an einer Sippe von *Helianthus tuberosus* bringt sehr wesent-

liche Ergebnisse. Kultiviert man die Pflanze unter normaler Taglänge in Nordamerika den ganzen Sommer über, so bilden sich zwar an den unterirdischen Sprossen Verdickungen, aber es kommt zu keiner Knollenbildung, werden die ganzen Pflanzen jedoch von täglich 4.30 bis 9.00 Uhr verdunkelt, so entstehen unter dem Einfluß des künstlichen Kurztages sehr reichlich Knollen. Entscheidend ist, daß dieses gleiche Ergebnis erzielt werden kann, wenn statt der ganzen Pflanze die gleiche Zeit nur der Sproßgipfel verdunkelt wird. Da im Sproßgipfel das Entstehungszentrum für bestimmte Wuchsstoffe (Auxin) ist, so ergeben sich hier wahrscheinlich klar faßbare Beziehungen zwischen Taglänge, Wuchsstoffproduktion und Bildung von Reservestofforganen. Hier ist ein guter Ansatzpunkt gegeben für die entwicklungs- und stoffwechselphysiologische Analyse des Lang-Kurztags-Problems. Die Steuerung des Gesamtablaufes der Entwicklung wird von Stoffen ausgeführt, die sich unter Lichteinfluß in Abhängigkeit von der Taglänge in dem Sproßgipfel bilden. — Unter den verschiedenen Tabaksorten finden sich verschieden photoperiodisch reagierende Formen. Bei 11 Sorten findet WÖBER Langtags-, Kurztagsformen und Tagneutrale. Die an sich klare photoperiodische Reaktionsweise kann durch verschiedene Temperatureinflüsse, besonders durch Kälte, verschleiert werden. Kälteempfindliche Sorten reagieren auf Kälte und Fröste durch beschleunigten Ablauf der vegetativen Phase und durch verminderte Blattmengen. Verfasser sucht durch Erfassung des Gesamt-N, des osmotischen Wertes und der Trockensubstanz zum Erkennen der allgemeinen physiologischen Gesetzmäßigkeiten in den verschieden photoperiodisch reagierenden Gruppen zu kommen. Es ergeben sich klare Beziehungen zwischen diesen einzelnen Werten. — *Sinapis alba* kommt nach HARDER und STÖRMER unter natürlichem Langtag in 28 Tagen zur Blüte, während 9stündiger Kurztage bei allerdings vermehrter Blatt- und Blütenzahl erst nach 85 Tagen zur Blüte führt. Dunkelkultur der Keimpflanzen bei 0,5°—1° C führt zu einer Vorverlegung des Blühzeitpunktes; dabei ist die Nachwirkung der Kälte um so intensiver, je kürzer die Taglänge ist, unter der die Pflanzen gezogen wurden. Auffällig und im Gegensatz zu den Beobachtungen an anderen Objekten ist die Tatsache, daß hier nach früherer Kältebehandlung Langtag keine Förderung der Blühreife mehr mit sich bringt. — WITHROW und BIEBEL untersuchen die Wirkung von Zusatzlicht verschiedener Wellenlänge auf verschiedene Langtags- (*Callistephus chinensis*, *Helianthus cucumifolius*, *Scabiosa atropurpurea*) und Kurztagspflanzen (*Salvia splendens*, *Cosmos bipinnantus*, *Tithonia speciosa*). Die Kurztagsarten bleiben auch bei Zugabe von farbigem Licht (Blau 380—450 $\mu\mu$, Grün 460—550 $\mu\mu$, Rot 650—1400 $\mu\mu$) im vegetativen Zustande. Die Langtagsformen werden durch rotes und teilweise auch durch blaues Licht bis zur Blütenbildung gefördert.

B. Genphysiologie.

1. Wirkung einzelner Gene.

Nur wenige Untersuchungen liegen vor, in denen eine oder mehrere Erbanlagen, deren Erbgang genau bekannt ist, in ihrer Wirkungsweise während des ganzen Entwicklungsablaufes verfolgt werden. M. ERNST-SCHWARZENBACH untersucht die Zusammenhänge zwischen Fertilität und Photoperiodismus in Beziehung zu den genetischen Grundlagen bei *Lactuca sativa*. Es sind Langtag- und tagneutrale Salate zu unterscheiden. Nur ein Faktorenpaar bestimmt diesen Unterschied. T bedingt frühes Schossen bei Langtagform, t spätes Schossen bei tagneutraler Form. Außer diesem die Entwicklungsgeschwindigkeit bestimmenden Genpaar ist noch ein weiteres vorhanden, das für Kopfbildung oder Rosettenbildung verantwortlich ist (K = Rosette, k = Kopf). Die genetische Analyse der Kreuzung einer frühen Sorte (Kaiser Treib) mit einer Sommerform (Rudolfs Liebling) zeigte, daß bei Langtag K durch T gehemmt wird. Kopfsalat kann sich somit bei Langtagssalaten, also den Sommerformen bilden, wenn die Konstitution $tt\ kk$ gegeben ist, bei Kurztagsrassen wachsen auch Pflanzen mit der genetischen Zusammensetzung $Tt\ kk$ und $TT\ kk$ zu Köpfen aus. Stoffwechselphysiologische Analysen in den verschiedenen Entwicklungsstadien und bei den einzelnen Genkombinationen können auf Grund der vorliegenden Ergebnisse Klärung der ganzen entwicklungsphysiologischen Verhältnisse der Kopfbildung und des Schossens ergeben. — In einer kurzen Mitteilung berichtet MELCHERS über einige entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Kreuzungen ein- und zweijähriger Formen von *Hyoscyamus niger*. CORRENS hat für diese Formen nachgewiesen, daß Zweijährigkeit gegenüber Einjährigkeit einfach und vollständig dominant ist. MELCHERS kann die wichtige Feststellung machen, daß für die Auslösung der Blühreife Stoffe als verantwortlich nachweisbar sind, die offensichtlich in den Vegetationspunkten gebildet werden. Pflöpft man blühreife Reiser einjähriger Formen auf Unterlage zweijähriger Sippen im ersten Jahre, so beeinflußt das Reis seine Unterlage zu verfrühter Blühreife. Stoffübertritt an der Pflöpfstelle ist erwiesen, wenn es auch in diesen ersten Untersuchungen noch nicht gelang, diesen Stoff genau chemisch zu erkennen. Der Wert dieser Untersuchung liegt im Methodischen, denn hier wird ein klarer Weg zu wirklich in die Tiefe gehenden entwicklungsphysiologischen Analysen vorgezeichnet.

SCHLÖSSER (2) berichtet über genphysiologische Untersuchungen an einer Blütenstandsmißbildung, deren genetische Grundlage bekannt ist. In einem Wildtomatenstamm tritt eine Sippe auf, bei der der unterste Blütenstand starke Rückbildungen erfährt. Die Zahl der Blüten kann sich verringern, bis im Grenzfall nur eine übrig bleibt, bei der aber dann

die Kelchblätter Vergrünungen zeigen bis zur Ausbildung vollkommener Fiederblätter unter Auflösung des Kelchblattkreises zu einer Spirale. Dieses sehr variable Erscheinungsbild hat einheitlich genetische Grundlagen, wie die Analyse einer Kreuzung mit einer anderen normalen Art zeigte. Zwei Genpaare sind verantwortlich. Nur doppelt rezessive Formen weisen diese Reduktion des untersten Blütenstandes auf. Durch Änderung der Kulturbedingungen, besonders durch reichlichere N-Ernährung gelingt es, von außen her die Realisierung der Gene, die diese Mißbildung bestimmen, so zu steuern, daß auch höher gelegene Blütenstände in der beschriebenen Weise umgestaltet werden. Es ist anzunehmen, daß die in den Zellen befindliche „Umwelt der Gene“ durch die erhöhte N-Zufuhr eine Änderung erfahren hat, und daß somit auch in einem höheren „Stockwerk“ der Pflanze die Realisierung dieser Störungsgene möglich war. Auch hier ist der Weg für weitere gen-physiologische Untersuchungen am gleichen Objekt vorgezeichnet. — VAN OVERBEEK macht entwicklungsphysiologische Angaben über eine genetisch bekannte Maisform, die niederliegenden Wuchs zeigt. Niederliegend wird bedingt durch ein rezessives Gen im vierten Chromosom. Junge Pflanzen dieser Sippe sind, wenn sie im Dunkeln herangezogen sind, ebenso negativ geotropisch wie die normalen Formen. Werden sie dagegen im Licht herangezogen, so zeigen sie keinen negativen Geotropismus, sondern wachsen kriechend und wuchernd auf dem Boden hin. Diese Form hat geringeres Trockengewicht und sehr viel dünnere Zellwände als die normalen Pflanzen.

2. Entwicklungsphysiologische Bedeutung des Mutationsproblems.

In den letzten Jahren sind eine ganze Anzahl von Untersuchungen veröffentlicht, die von einer ganz neuen Seite her Ansätze zu einer entwicklungsphysiologischen Erfassung des Mutationsproblems bringen. Während man bisher mit großem Erfolge Mutationsauslösungen erzielte durch Verwendung von Strahlungsenergie verschiedener Art, also Kräften, die in dieser Art in der Natur am Standort sehr selten wirksam sein werden, gelingt es nun, mit Kräften, die jederzeit am Standort festzustellen sind, Mutationen zu erzielen. Bei den „künstlichen Mutationen“ kann man zweifellos die verwendete Energie genau festlegen und in ihrer Wirkung richten. Es werden mit Hilfe etwa von Röntgenstrahlen die auf den Chromosomen befindlichen Gene direkt angegriffen. Kräfte, die „natürliche Mutationen“ (SCHLÖSSER [4]) auslösen, wie Temperatur, Feuchtigkeit u. a. m., wirken nicht unmittelbar auf die genetische Substanz, sondern indirekt über die modifikativ beeinflusste protoplasmatische Substanz, kurz auf die physiologische Umwelt der Gene innerhalb der Zellen. Allerdings ist es im Versuch nicht möglich, diese Kräfte in gleicher Weise zu dosieren und zu richten, wie bei der Auslösung von künstlichen Mutationen mit Hilfe von physikalischen

Kräften möglich ist. — STUBBE kann für sein Versuchsobjekt *Antirrhinum* zeigen, wie schon an anderen Pflanzen nachgewiesen wurde, daß in alternden Samen die Mutationsrate erheblich erhöht wird. Bei zehnjährigem Samen erhöht sich die Mutationsrate auf ca. 14%. Verfasser nimmt an, daß der Abbau der im Samen befindlichen hochmolekularen Reservestoffe die für den Mutationsvorgang nötigen Energien liefert. Wesentlich, auch von praktischer Bedeutung ist die Feststellung, daß auch bei überaltertem Pollen von 10 Wochen die Mutationsrate auf 8% ansteigt. — SCHKWARNIKOW (1) zeigt, daß beim Weizen kurze Behandlung der keimenden Samen mit höheren Temperaturen von 40° bis 60° C mutationsauslösend wirkt. Unter neun Mutanten sind es fünf, die von praktischer Bedeutung sind. Es handelt sich dabei u. a. um Formen mit erhöhter Standfestigkeit, größeren Ähren und dickeren Wachsüberzügen auf den Blättern, also Pflanzen, die vom Standpunkt des Züchters aus als +- Mutanten anzusehen sind, deren natürlicher Selektionswert aber noch offen ist. Wichtig ist die Beachtung der Luftfeuchtigkeit während der Temperaturbehandlung. Versuche des gleichen Verfassers (2) bei verschiedenen *Crepis*-Arten weisen nach, daß bei gleich hoher Temperatur die Mutationsrate mit Steigen der Luftfeuchtigkeit zunimmt. Umgekehrt steigt (nach KIRNISSOWA) bei konstanter hoher Luftfeuchtigkeit mit zunehmender Temperaturerhöhung und längerer Dauer der Temperatureinwirkung die Mutationsrate ruhender *Crepis*-Embryonen. Das Maximum liegt bei einer Temperatur von 45° C. Weitere Erhöhung bringt einen Abfall der Wirkungskurve. Es laufen sehr wahrscheinlich in kurzen Zeiträumen und beschleunigt die gleichen Vorgänge physiologischer Art hier ab, wie sie in den Samen stattfinden, die bei niedrigeren Temperaturen lange Jahre u. U. im Boden am Standort lagern. Die gleichen Vorgänge, die langsam oder unter Beschleunigung in reifen Samen ablaufen, können auch am reifenden Samen an der noch lebenden Pflanze im Versuch erzielt werden. SCHLÖSSER (4) kultiviert einen Wildtomatenstamm mit außerordentlich niedriger Mutationsrate bei Trockenkultur an der Grenze seiner Lebensfähigkeit. Es gelingt, wenige Früchte des unteren Blütenstandes zur Reife zu bringen. In der Nachkommenschaft dieser Samen treten eine Anzahl von Mutationen auf. Es gelingt also, durch Anwendung von Außenbedingungen, die am Standort jederzeit wirksam sein können, in größerer Zahl Mutationen zu erzeugen, die sich in keiner Weise von den Mutationen unterscheiden, die mit Hilfe von anderen Kräften, etwa Strahlungsenergien, erzielt werden.

Auffällig ist es, daß die Möglichkeit besteht, bei Pflanzen ganz verschiedener systematischer Zugehörigkeit Mutationen gleicher Art zu erzielen. KAPPERT bekommt aus einer Sorte von *Matthiola incana* (schwefelgelbe großblumige Sommerlevkoje mit Lackblatt) dieselben Mutationen, wie sie bei *Antirrhinum* BAUR und STUBBE fanden. Es

treten *Deformis*-, *Compressa*-, *Acaulis*-, *Redukta*- und *Muscoides*-Formen auf. Für *Muscoides* liegen die gleichen genetischen Grundlagen vor (monohybrid, rezessiv) wie für *Muscoides* bei *Antirrhinum*. Diese Befunde berechtigen zu der Annahme, daß den höheren Pflanzen wahrscheinlich manche gemeinsame Erbanlagen zukommen. Anzunehmen ist, daß viele dieser Erbanlagen, obwohl sie einen einfachen Erbgang haben, an einer sehr wesentlichen Stelle in der Reaktionskette der Gene liegen, so daß ihre mutative Abänderung besonders tiefgreifende Änderungen in der Gestaltung und damit natürlich auch im gesamten physiologischen Geschehen nach sich zieht.

3. Entwicklungsphysiologische Bedeutung von Genomänderungen.

Die Zahl der Untersuchungen, die sich mit dem Polyploidieproblem befassen, ist im Laufe der letzten Jahre fast unübersehbar groß geworden. Allerdings behandeln die meisten Arbeiten dieses Gebietes nur zytologische und vielleicht einige morphologische Fragen. Man zählt die Chromosomen, stellt Störungen im Bereiche der R. T. fest, beschreibt Vergrößerungen der Blätter, Sprosse und Blüten, beachtet aber weniger die Einflüsse, die Abänderung der Chromosomenzahl in irgendeiner Richtung auf jeden Lebensprozeß der davon betroffenen Pflanze ausübt. Man übersieht, daß es sich etwa bei Tetraploidie nicht um einfachen Verdoppelungsvorgang handelt, sondern daß das entscheidende Gleichgewicht zwischen Genommenge und der plasmatischen Komponente eine wesentliche Änderung erfährt. Die neue Resultante aus dem Zusammenspiel dieser beiden Komponenten kann je nach der Art der quantitativen Genomänderung morphologisch und damit auch physiologisch sehr verschiedene Erscheinungen hervorrufen. — Ein ausgezeichnetes Sammelreferat von MÜNTZING (1) zeigt, unter Betonung morphologischer und zytologischer Fragen, alle mit der Polyploidie zusammenhängenden Probleme auf. Besonders wird die stammesgeschichtliche Bedeutung der Autopolyploidie untersucht. — Über einen ersten Fall von Polyploidie im Pilzreich berichtet SÖRGEL. In Kulturen von *Allomyces Kniepii* entstanden eine Reihe von Formen, die sich in Organgröße und Wachstumsgeschwindigkeit von den Normalstämmen unterschieden. Aus dem Vergleich der Kerngrößen ergab sich mit Wahrscheinlichkeit, daß bei drei Formen eine Chromosomenvermehrung, bei einer Form dagegen eine Verminderung stattgefunden hatte. Jede Abweichung von den normalen chromosomalen Verhältnissen bringt eine Verlangsamung des Wachstums mit sich. Die Chromosomenzahl des normalen Pilzes in beiden Generationen steht fest ($n = 6, 2n = 12$), doch sollte man vor einer Chromosomenzählung der abweichenden Mutanten diese nicht mit Namen, wie etwa Hemiplont, bezeichnen, die einen festumrissenen Inhalt haben. RHOADES untersucht die verschiedenen Möglichkeiten, die zur Bil-

dung von triploiden Maispflanzen führen können. Entweder kann infolge eines vollkommenen Nichttrennens bei der weiblichen R. T. das Ei das doppelte Genom mitbringen, oder es erfolgt die Verdoppelung von der Vaterseite her. Dabei wird es sich in der Mehrzahl der Fälle um eine Doppelbefruchtung handeln, seltener um die Befruchtung durch ein diploides Pollenkorn, denn erfahrungsgemäß wachsen diploide Pollenschläuche sehr viel schlechter als haploide und unterliegen bald in der Konkurrenz.

Befruchtungsschwierigkeiten innerhalb von Autopolyploidenreihen sind aus den Arbeiten verschiedener Untersucher bekannt. Für eine Tomatensippe bringt SCHLÖSSER (1) eine entwicklungsphysiologische Analyse dieses Problems. Bei dem sehr einheitlichen Material waren Kreuzungen zwischen Diploiden und Tetraploiden in beiden Richtungen unter normalen Bedingungen erfolglos. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über das Pollenschlauchwachstum zeigen, daß dieses zu verschiedenen Zeitpunkten verfrüht eingestellt wird. Da sich in anderen Versuchen ergeben hatte, daß mit steigender Genomzahl der osmotische Wert sinkt und andererseits dieser osmotische Wert stark modifikativ von Außenbedingungen abhängig ist, so besteht die Möglichkeit, $2n$ - und $4n$ -Pflanzen auf den gleichen osmotischen Wert zu modifizieren. Kreuzungen zwischen solchen modifizierten Formen gelingen. Aus den Samen wachsen triploide Pflanzen heran. Der osmotische Wertunterschied bei Gliedern einer Autopolyploidenreihe kann also in einzelnen Fällen bei der Befruchtung begrenzender Faktor sein.

Zur Physiologie von polyploiden Formen bringen zwei Untersuchungen von FABERGÉ einige neue Ergebnisse. Vergleichende Betrachtung von $2n$ - und $4n$ -Kulturtomaten führen zu dem Ergebnis, daß die Tetraploiden im Gewicht sich nur wenig von den normalen Pflanzen unterscheiden und auch einen nur wenig vermehrten Wassergehalt haben. Tetraploide Embryonen sind um 30% schwerer als diploide. Diese Feststellungen decken sich nicht mit Beobachtungen SCHLÖSSERS (3) an polyploiden Wildtomaten, bei denen sich zeigen ließ, daß mit zunehmender Genomquantität der osmotische Wert sinkt und sie sich im Frisch-, Trocken- und Aschengewicht, wie aus Tabelle 2—4 zu ersehen ist, erheblich unterscheiden, Differenzen, die sich im Laufe der Individualentwicklung weiter wandeln. Alle diese Beobachtungen

Tabelle 2.

Absolute prozentuale Steigerung des Frischgewichtes, Trockengewichtes, Aschengewichtes bei den $2n$ - und $4n$ -Sippen von *Lycopersicum cerasiforme*.

Valenz	Frischgewicht	Trockengewicht	Aschengewicht
$2n$	100 %	100 %	100 %
$4n$	191,83 %	125,13 %	116,52 %

Tabelle 3. Absolute prozentuale Steigerung des Frischgewichtes, Trockengewichtes, Aschengewichtes bei 2n- und 4n-Sippen von *Lycopersicum cerasiforme* (alte Pflanzen).

Valenz	Frischgewicht	Trockengewicht	Aschengewicht
2n	100%	100%	100%
4n	257%	174%	155%

Tabelle 4. Wildtomaten.

	2n	4n
Osmot. Wert Preßsaft <i>L. cerasiforme</i>	0,63 mol Rz.	0,46 mol Rz.
„ „ „ <i>L. racemigerum</i>	0,60 mol Rz.	0,47 mol Rz.

weisen darauf hin, daß hier noch an möglichst vielen verschiedenen Objekten und unter den verschiedensten Kulturbedingungen Untersuchungen vorgenommen werden müssen, ehe sich über allgemeine Gesetzmäßigkeiten wirklich sichere Aussagen machen lassen. Es läßt sich aus dem bisher Bekannten aber entnehmen, daß die entwicklungsphysiologische Erforschung von Polyploidien mit stoffwechselphysiologischen Methoden für die Fragen der allgemeinen Genphysiologie als auch für angewandt-genetische Probleme von größter Bedeutung ist. — Von praktischer Bedeutung ist die Feststellung SCHLÖSSERS (1), daß Autopolyploidie infolge des herabgesetzten osmotischen Wertes, wie sich für 4n-Tomaten und 4n-Winterrüben zeigen ließ, die Frostempfindlichkeit erheblich heraufgesetzt. — NILSSON-EHLE und MÜNTZING beschreiben eine am natürlichen Standort gefundene triploide Form von *Populus tremula*.

Literatur.

- AKERMANN, A.: Züchter 8 (1936). — ANDREAS, CH. H.: Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam 40 (1937). — ATABEKOWA, A. J.: Protoplasma (Berl.) 25 (1936).
- BURKHOLDER, P. R.: Bot. Review 1936. — BURLET, E.: Verh. schweiz. naturforsch. Ges. 1936.
- DOLLFUSS, H.: Planta (Berl.) 25 (1936).
- ERNST-SCHWARZENBACH, M.: Züchter 8 (1936).
- FABERGÉ: J. Genet. 33 (1936). — FANU, B. LE: New Phytol. 35 (1936). — FAUST, M. E.: Bot. Gaz. 97 (1936). — FITTING, H.: J. wiss. Bot. 82 (1936).
- GEIGER-HUBER, M.: Verh. schweiz. naturforsch. Ges. 1936. — GORTER, CHR. J.: Biol. Jaarboek, Gent 1936. — GOUWENTAK, C. A.: Meded. Landbouwhogeschool 40 (1936). — GOUWENTAK, C. G., u. G. HELLINGA: Ebenda 39 (1935).
- HAAN, I. D., u. CHR. J. GORTER: Rec. Trav. bot. néerl. 43 (1936). — HACKBARTH, J.: Züchter 8 (1936). — HAGEMANN, W.: Mitt. Inst. angew. Bot. Hamburg 9 (1936). — HÄMMERLING, J.: Zool. Jb. 56 (1936). — HAMMOND, B. L.: Bot. Gaz. 97 (1936). — HARDER, R., u. I. STÖRMER: Landw. Jb. 82 (1936). — HÄRDTL, H.: Forstwiss. Zbl. 58 (1936). — HARTELIUS, V., u. SV. HJORTH-HANSEN: C. r. Trav. Labor. Carlsberg 21 (1936). — HITCHCOCK, A. E., P. W. ZIMMERMAN u. FR. WILCOXON: Contrib. Boyce Thompson Inst. 8 (1936). — HITCHCOCK, A. E., u. P. W. ZIMMERMAN: Ebenda 8 (1936). — HOWLETT, F. S.: Ann. of Bot. 50 (1936).
- KAPPERT, H.: Züchter 8 (1936). — KIRNISSOWA, L.: Planta (Berl.) 25 (1936).

— KNODEL, H.: Z. Bot. **29** (1936). — KUIPER, J., u. L. K. WIERSUM: Proc. koninkl. Akad. Weetensch. Amsterdam **39** (1936).

LAIBACH, F., u. G. MAI: Roux' Arch. **134** (1936). — LONG, TH. P., u. H. KERSTEN: Plant Physiol. **11** (1936). — LUND, A.: C. r. Trav. Labor. Carlsberg **21** (1936).

MEESTERS, A.: Koninkl. Akad. Weetensch. Amsterdam **39** (1936). — MELCHERS, G.: Biol. Zbl. **56** (1936). — MEYER, F.: Konkordia A.-G. f. Druck u. Verl. Bühl-Baden 1936. — MUENSCHER, W. C.: Ann. of Bot. **50** (1936). — MÜNTZING, A.: (1) Hereditas (Lund) **21** (1936). — (2) Ebenda **21** (1936).

NAGAO, M.: Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. **10** (1936). — NIELSEN, N.: (1) Friesia **1** (1936). — (2) C. r. Trav. Labor. Carlsberg **21** (1936). — (3) Ebenda **21** (1936).

OVERBEEK, J. VAN: (1) J. Hered. **27** (1936). — (2) Rec. Trav. bot. néerl. **43** (1936).

RAALTE, M. H. v.: Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam **39** (1936). — REYNOLDS, E. S.: Ann. Missouri bot. Gard. **22** (1935). — RHOADES, M. M.: J. Genet. **33** (1936). — RISCHKOW, V. R.: Genetica **18** (1936). — ROBBINS, W. J., M. BARTLEY u. V. B. WHITE: Bot. Gaz. **97** (1936). — ROGENHOFER, G.: Ber. Akad. Wiss. Wien, Abt. I **145** (1936).

SCHILLER, O.: Landw. Jb. **83** (1936). — SCHLÖSSER, L. A.: (1) Züchter **8** (1936). — (2) Z. Abstammungslehre **71** (1936). — (3) Forschungsdienst **1937**. — (4) Z. Abstammungslehre **72** (1937). — SCHMUCKER, TH., u. H. GRIFFEL: Planta (Berl.) **25** (1936). — SCHWANITZ, F.: Bot. Zbl., Abt. A **54** (Beih.) (1936). — SCHWKARNIKOW, P. K.: (1) Planta (Berl.) **25** (1936). — (2) Ebenda **25** (1936). — SLOGTEREN, VAN: Gartenbauwiss. **11** (1937). — SNOW, R.: New Phytologist **35** (1936). — SÖRGEL, G.: Nachr. Ges. Wiss. Gött. **2** (1936). — STEINBERG, R. A., u. W. W. GARNER: J. agricult. Res. **52** (1936). — STÖRMER, I.: Biochem. Z. **285** (1936). — STUBBE, H.: Biol. Zbl. **56** (1936).

TSUNG-LE LOO u. SHI-WEI LOO: Sci. Rep. Nat. Centr. Univ., Ser. B **2** (1935). — TUCKEY, H. B., u. M. S. BARRET: Plant- Physiol. **11** (1936).

VEH, R. VON: (1) Ber. dtsch. bot. Ges. **54** (1936). — (2) Züchter **8** (1936). — VOSS, J.: Angew. Bot. **18** (1936).

WITHROW, R. B., u. J. B. BIEBEL: Plant Physiol. **11** (1936). — WÖBER, O.: Landw. Jb. **82** (1936).

YASUDA, S., T. INABA u. Y. TAKAHASHI: Agricult. a. Horticult. **10** (1935). — YASUDA, S.: Bull. Sci. Kjusu Imp. Univ. **7** (1936).

ZEIHER, E.: J. wiss. Bot. **83** (1936). — ZIMMERMAN, P. W., u. A. E. HITCHCOCK: Contrib. Boyce Thompson Inst. **8** (1936).

E. Anhang.

17. Ökologie.

Von TH. SCHMUCKER, Göttingen.

Blütenbiologie.

Nachdem die Bedeutung der Vögel als Blütenbestäuber in den Tropen immer klarer geworden war (PIJL [1] beschreibt neuerdings einen hübschen Übergangsfall, wo ein Vogel [*Zosterops*] aus den Blüten von *Elaeocarpus* gleichzeitig Nektar und Insekten aufnimmt), zeigt sich jetzt auch die Bedeutung der Fledermäuse. VAN DER PIJL (2) gibt für etwa 20 Gattungen chiropterophile Blüten an, die besonders bei *Bombacaceen* und *Bignoniaceen* weit verbreitet sind, aber auch z. B. bei *Musa* und *Agave* und ganz vereinzelt bei einer *Convolvulacee* (*Erycibe*) vorkommen. (Nach Angaben bei PORSCH [1] sind auch *Säulencereen* chiropterophil.) Überwiegend auch Formen aus offenen Formationen und lichtem Wald, so fehlen sie doch auch im Regenwald nicht. Es scheint sogar, daß kauliflore Blüten vielfach an Fledermäuse angepaßt sind bzw. daß die aus diesen hervorgehenden Früchte durch diese Tiere verbreitet werden. Ein Hauptkennzeichen der Fledermausblüten, der unangenehme, muffige „Gärungs“geruch (Gegensatz zu Nachtinsektenblüten) findet sich auch bei ihnen. Daß dieser auf Fledermäuse anziehend wirkt, wurde experimentell festgestellt. Neben der nächtlichen Blütezeit sind charakteristisch der kräftige Blütenbau, die reichliche Nektar- bzw. Pollenproduktion, helle Färbung und freie Lage an oft weit abstehenden Ästen. Als nektarsuchende Bestäuber kommen vor allem *Macroglossinen* in Betracht, während die *Pteropinen* die fleischigen Kronen z. B. der *Sapotaceen* aufessen. PORSCH hebt besonders hervor, daß sich unabhängig voneinander in der Alten wie in der Neuen Welt Fledermäuse weitgehend an Blütenbesuch angepaßt haben. Er zeigt ferner, daß in den Tropen, wo keine lange, blütenlose Jahreszeit störend eingreift, auch andere als flugfähige Säugetiere zu regelmäßigen Blütenbesuchern wurden. Während Lippenbären, Affen und Eichhörnchen im wesentlichen Blütenzerstörer sind und nur gelegentlich erfolgreich bestäuben, beziehen die australischen Kletterbeutler einen wesentlichen Teil ihrer Nahrung aus Blüten und sind dementsprechend angepaßt. (Die „Honigmaus“ besonders auf

Banksia und *Melaleuca*, der winzige Zwergbeutler auf *Eucalyptus*.) Selbst kleine Känguruhs besuchen *Proteaceen* (*Dryandra*), deren Blütenstände zuweilen für den Besuch durch kleine Säuger wie geschaffen sind (*Dryandra*, *Banksia*), was wohl auch sonst gelegentlich vorkommt (*Erythrina*).

KUGLER, der seine schönen Untersuchungen mit Hummeln zusammenfassend darstellt (1), konnte zeigen, daß jede Untergliederung der Objekte nach Form und Farbe auch auf die Neulinge unter den Hummeln sehr stark als anziehender Reiz wirkt. Er denkt sogar an erhebliche selektierende Auswirkung (2). Entsprechend fand HERTZ, daß konturreiche Formen stärkere Richtkraft auf Bienen ausüben als konturarme, auch ohne vorherige Erfahrung. Bildverschiebung im Augenhintergrund (bewegte Objekte!) ist als Reizanlaß wichtig. Nach KUGLER ist den Hummeln Vorliebe für gewisse Farben angeboren; doch sehen sie langwelliges Rot entgegen früheren Angaben nicht als Farbe. Er zeigte ferner (3), daß der erst gelbe, dann rote Fleck auf den Blüten der Roßkastanie Bienen und Hummeln den nektarreichen Anfangszustand deutlich unterscheiden läßt. (Über Blütenumfärbungen, die nicht mit Bestäubung usw. ursächlich verknüpft sind, berichtet SÜSSENGUTH.) Hummeln und Bienen sind die bei weitem wichtigsten Bestäuber des Rotkleees, wenn auch *Bombus terrestris*, der in Dänemark häufigste Besucher, sehr zu illegitimen Einbrüchen neigt (SKOVGARD). GUBIN betont neuerdings die Notwendigkeit, nektarreiche, kurzröhrige Kleearten zu züchten, die von Bienen bevorzugt werden.

Die Heterostylie, lange bekannt als Mittel zur Verhinderung der Selbstbestäubung, ist durch ERNST bei *Primula* weitgehend aufgeklärt. Mindestens drei, normal gekoppelte Anlagen wirken zusammen (Griffellänge, Antherenstellung, Pollenbeschaffenheit). Legitim ist die Bestäubung, wenn der „richtige“ Pollen auf die „zugehörige“ Narbe kommt, ohne Rücksicht auf die Lage der liefernden Anthere. Aus zunächst unabhängig voneinander geschehenen Mutationsschritten könnte durch „Überleben des Passendsten“ eine Einheit entstanden sein, die sicherer als Dichogamie Selbstbestäubung ausschließt, aber infolge Fehlens rein männlicher Pflanzen größeren Samenertrag ermöglicht als Diözie. Die Genetik der heterotristylen *Lythrum*-Arten versuchte FISHER durch Annahme dreier mendelnder Gene verständlich zu machen. HALDANE fand zwar in natürlichen Populationen das Mengenverhältnis der drei Formen annähernd wie 1 : 1 : 1, aber doch mit recht großen Abweichungen im einzelnen (meist zuviel Langgriffel) bzw. beim Vergleich verschiedener Populationen. Nach UBISCH verändert Pilzbefall die Blüten von *Oxalis stricta* derart, daß eine heterostyle Form erscheint, was eine Art phylogenetischen Rückschlag bedeuten könnte.

Vielzuwenig hat die Blütenbiologie bisher die Selbststerilität berücksichtigt, die auch praktisch wichtig ist. Übereinstimmend fanden

RUDLOFF und SCHANDERL in Deutschland und HOOPER in Amerika, daß zwei Drittel der zahlreichen untersuchten Pflaumensorten selbststeril sind. Erstere zeigten, daß bei selbstfertilen Sorten sortenfremder Pollen keineswegs besser wirkt, manchmal viel schlechter. *Lilium candidum* erwies sich nur deshalb als selbststeril, weil die Narben zu wenig Feuchtigkeit enthalten. Mehrmaliges Bepinseln mit 5% Fruktoselösung half dem ab (NĚMEC). SCHOCH-BODMER konnte experimentell nachweisen, unter welchen Bedingungen die Pollenkörner auf den trockenen Narben von *Corylus* keimen. Wie nach POHL die (nicht vollkommene) Protandrie von *Butomus umbellatus* funktionell wegen der Selbststerilität bedeutungslos ist, so konnte MARTENS zeigen, daß die Blüten von *Parnassia* mit ihrer eigenartigen Entfaltungsfolge der Staubblätter keineswegs, wie man wohl annahm, protandrisch und auf Kreuzbestäubung eingestellt sind, sondern regelmäßig durch kleine *Thysanopteren* geselbstet werden, und zwar mit bestem Erfolg. Ob das hier immer so ist, bleibt fraglich. Jedenfalls streben viele Arten entgegen einer alten Regel nicht nach Fremdbefruchtung. Bei einer *Clitoria*art erzeugen die kleistogamen Blüten zahlreichen Samen, die ebenfalls selbstbefruchtenden chasmogamen nur wenige (RAUT). Bei mehreren von SHIMOTOMAI untersuchten *Potentilla*-Arten (darunter *P. aurea*) wirkt der Eintritt des Pollenschlauchs in den nicht reduzierten Embryosack nur als Entwicklungsreiz, d. h. die Bestäubung ist zur im übrigen apomiktischen Samenbildung noch nötig. Nachdenklich können Befunde von JANSONS stimmen, der von zahlreichen Arten einzelne Exemplare so weit voneinander entfernt blühen ließ, daß Pollenübertragung von anderen Individuen her nicht in Betracht kam. Kaum ein Sechstel fruchtete nicht, teils einfach wegen des Fehlens geeigneter Bestäuber, um die Geitonogamie zu vollziehen. Zwischen dichogamen und homogamen Arten aber war kaum ein Unterschied.

Einzelne interessante Blütentypen wurden untersucht. Nach ULLRICH wirken bei *Columnnea gloriosa* die Bewegungen von Griffel bzw. Staubblättern harmonisch zusammen, obwohl erstere geotropisch induziert, letztere autonom erfolgen. SCHMUCKER verfolgte eingehend die keineswegs „radiäre“ Entfaltungsweise der radiären Blüten von *Canarina*, die außerordentliche Mengen von Nektar erzeugen (je Blüte mehr als 100 mg Zucker). Die sonst für so wichtig gehaltene Rückrollung der Narbenäste erfolgt hier erst lange nach dem Verwelken der Krone. Die Blüten von *Turnera ulmifolia*, die normal nur wenige Stunden am Morgen offen stehen, öffnen sich nicht, wenn in der Nacht vor dem Aufblühen mit weißem oder langwelligem (!) Licht bestrahlt wurde. Daß die dadurch gehemmte Stärkehydrolyse nicht allein maßgeblich zu sein braucht, zeigt *Cassia orientalis*, die, obwohl stärkefrei, sich doch ganz ähnlich verhält (BALL). Die plötzliche Streckung der Grasfilamente erfolgt nach SCHOCH-BODMER (2) autonom unter Wassertransport von den inneren nach den äußeren Zellen, wobei starke Zerreißen eintreten. Nach MARSDEN-JONES besteht zwischen Samen- und Knöllchenbildung bei *Ficaria* keine direkte Korrelation. Doch bilden tetraploide Rassen ganz vorwiegend Knöllchen und nur wenige schlechte Samen.

Symbiosen.

Wenn man auch den „Sinn“ der Mykorrhizenbildung noch nicht genügend kennt, so wird man doch kaum BURGESS zustimmen können, der in ihr kaum mehr sieht als einen erfolgreich abgewehrten parasitischen Befall ohne größere Bedeutung für den Wirt. Höchstens, daß etwa bei Keimpflanzen aus kleinen Samen der Humusaufschluß durch den Pilz eine Rolle spiele. Immerhin mahnen die fortgesetzten Untersuchungen von FREISLEBEN zur Vorsicht. Er fand, daß nicht nur bei *Vaccinium*, sondern bei allen anderen untersuchten *Ericaceen* (nur *Arbutus* und *Arctostaphylos* verhielten sich anders) zwar Zugabe des Mykorrhizenpilzes zu steriler Erde die Entwicklung der Keimpflanzen wesentlich fördert, daß aber auch irgendwelche andere Bodenpilze dazu in der Lage sind. Es wird vermutet, daß der fördernde Einfluß in der Zerstörung von im Boden befindlichen organischen Hemmstoffen beruht. JAHN kultivierte die peritrophen Begleitpilze von Fichte, Kiefer und Buche jeweils von Buntsandstein- bzw. Kalkboden in Malzextraktlösung mit oder ohne Zusatz von CaCO_3 . Es zeigte sich im allgemeinen, daß Kalkzusatz das Wachstum der „Buntsandsteinpilze“ hemmt, der andern fördert, wenn auch oft nur unerheblich. Ob eine H-Ionen oder Ca-Wirkung vorliegt, steht noch dahin. COSTANTIN und MAGROU fanden bei wilden Kartoffelsorten stets Mykorrhiza, die aber auf reichem Kulturland sehr zurücktrat. Die Mykotrophie scheint die Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige Standortbedingungen stark zu erhöhen. Während bei Pflanzen sehr feuchter Standorte Mykorrhizen selten sind, fand sie RENNER nun bei *Salix repens* und *Schoenus*. Bei *Lycopodium*-Arten fand BARROW in Gametophyt wie Sporophyt Begleitpilze, die einander mindestens nahestehen. Auf MELINS dankenswerte Darstellung der Technik sei besonders hingewiesen. Sie bietet eine ausgezeichnete Übersicht über das Gebiet.

LOEFER konnte die *Chlorella*-Symbionten aus *Paramaecium bursaria* isolieren und auf Agar züchten. WINTER glaubt, daß bei dem endophytischen *Nostoc* in *Cycadeen* und *Gunnera* eine echte Symbiose vorliege. Die Blaualgen sollen (nach einer gewissen Umstimmung) isoliert imstande sein, freien Stickstoff zu binden. Nach PIERANTONI enthalten die symbiontischen Protozoen im Darm der Termiten regelmäßig Bakterien, die Holz und Zellulose aufschließen können und die löslich gemachten Stoffe an den Gesamtwirt abgeben.

TOBLER zeigte, daß bei der Flechte *Chiodecton sanguineum* die intensiv rote Chiodectonsäure nicht gebildet wird, wenn sich Algen im Pilzgeflecht einfinden (!) und die Symbiose beginnt. Diesem veränderten Chemismus geht eine gestaltliche Veränderung der Pilzhyphen im Konsortium parallel. Wo Gonidien vorhanden sind, erscheinen die Hyphen verdickt und gekrümmt, von der Gestalt, wie sie auf ganz bestimmten Böden auch ohne Gonidien sich bilden. TOBLER (2) weist ferner auf das häufige Vorkommen von „halbfertigen“ Flechten auf Heideboden hin. Selbst halbfertige *Basidiomyceten*-Flechten gibt es bei uns.

LEACH meint, daß zahlreiche Viruskrankheiten durch pflanzenfressende Insekten, besonders Grashüpfer und Blattläuse, übertragen werden. BROWN und

GARDNER konnten durch Aufstreichen von Lanolinpaste, die die „künstlichen“ Wuchsstoffe Indol-Essig- bzw. -Propionsäure enthielt, an verschiedenen Pflanzen (besonders Bohnen) gewaltige, den *Tumefaciens*-Gallen ähnliche Gebilde erhalten, was auch anderen schon gelungen war. Aus Kulturen von *Bac. tumefaciens* konnten mit Äther ebenfalls gallbildende Stoffe ausgezogen werden. HUTCHINSON konnte bei Fichten, die vereinzelt gegen gallenerzeugende *Peridermium* auffallenderweise immun waren, keinerlei morphologische Unterschiede finden. Der K-Gehalt der Asche war etwas höher.

Verbreitung.

Über die tatsächliche Wirksamkeit der Verbreitungsmittel, d. h. über den wirklichen Verbreitungsvorgang in der freien Natur sind wir noch sehr wenig unterrichtet. Hier sind Beobachtungen über den Verbreitungserfolg, d. h. über das wirkliche Vorkommen von Pflanzen auch dann ein Fortschritt, wenn sie ohne kausale Erklärbarkeit nur zeigen, daß landläufige Ansichten mindestens nicht verallgemeinert werden dürfen. PIJL (3) fand, daß die kleine Orchidee *Taeniophyllum*, bei der die winzigen, flugfähigen Samen durch die Elateren nicht nur aufgelockert, sondern wirklich ein Stück abgeschleudert werden, auch in der Windrichtung trotz nachweisbar günstigen Standortbedingungen in Jahren nur wenig sich ausbreitet. Nach GERSTLAUER hat sich in der Umgebung von München nicht nur der Fremdling *Galinsoga quadrivalvata* seit 1905 als Ruderalpflanze gewaltig ausgebreitet und ist zum lästigen Unkraut geworden, hat sich nicht nur eine offenbar erst in neuester Zeit entstandene, gut fruchtende und nicht spaltende neue Zwischenart von *Hieracium* schon stark ausgedehnt, sondern in den Wäldern östlich von München wurde neuerdings *Galium saxatile*, sogar reichlich, gefunden, das den älteren Botanikern kaum entgangen wäre. Genau so sonderbar ist, daß die seltsame *Podostemonacee Cladopus Nymani* auf Java nur ganz vereinzelt in einigen Bächen auftritt, zum Teil massenhaft, aber durch ihr Erscheinen an Bambusstämmen und selbst in Zementbecken und Eisenröhren ihre Verbreitungsfähigkeit dartut (STEENIS [1]). Derartige Sonderlichkeiten sind durchaus nicht selten. STEENIS (2) weist auf die Verschiedenheit zweier dicht benachbarter Vulkane Javas selbst in bezug auf Besiedler frei gewordener Flächen neuerdings hin und weiter auf die Lokalrassenbildung nicht nur bei Pflanzen, sondern auch bei Vögeln, z. B. auf den einzelnen Vulkanen Javas. Diese Vögel müssen sehr ortstreu sein, womit sie natürlich für die Fernverbreitung der Pflanzen ziemlich ausfallen. In dieser eindrucksvollen, umfangreichen Arbeit über die Entstehung der malesischen Gebirgsflora wird gezeigt, wie wenig die wirkliche Verbreitung mit Erwartungen auf Grund der Beweglichkeit der Diasporen, der Windverhältnisse usw. übereinstimmt. Aber ein regelloses Durcheinander ist keineswegs vorhanden. Moose und Farne wie Blütenpflanzen zeigen in der gemäßigten Gebirgsflora ganz Malesiens eindeutig gewisse Ver-

breitungscharakteristika, die aber nur verständlich sind durch die Annahme, daß dereinst die Verteilung von Land und Meer und der Gebirge anders war als heute. Aus der Leistungsfähigkeit der Diasporen läßt sich wenig erklären. Eine gewisse Ergänzung dazu liefern KOLK-WITZ und KRIEGER, die auf dem Pangerango neben vielen mesothermen Algenarten (manche in besonderen Sippen) auch spezifisch tropische fanden.

Gerade derartige Versuche, die historische Entwicklung der Floren zu verstehen, lassen die Bedeutung jenes unvergleichlichen Naturexperiments, das die Krakataukatastrophe bot, hervortreten. So ist die überaus sorgsame und eingehende Bearbeitung desselben durch Docters VAN LEEUWEN, die jener von ERNST (1934) folgte, zu begrüßen. Von dem reichen Inhalt kann nur ganz wenig kurz gestreift werden. Unter den 271 dort im Jahre 1934 bekannten Arten höherer Pflanzen dürften 41% durch den Wind, 28% durch Meeresströmungen, 25% durch Vögel und 6% durch den Menschen übertragen worden sein. Seit mindestens 30 Jahren nimmt die Zahl der *Pteridophyten* im Gegensatz zu jener der Blütenpflanzen nur noch langsam zu. Eingehendst wird im Gegensatz zu BACKER begründet, daß durch jene Katastrophe alles Leben auf der Insel vernichtet wurde, zu welcher Ansicht ja auch ERNST kam. Es werden anschaulich die Sukzessionen der Vereine geschildert, wie z. B. aus den dichten, noch im Jahre 1919 vorhandenen Steppen von *Saccharum spontaneum* der unteren Hangteile allmählich Holzpflanzenvereine hervorgingen, wie der eigenartige Busch der oberen Teile, in dem die *Gesneracee Cyrtandra sulcata* weit vorherrschte, so verdrängt wurde, daß die Leitpflanze heute nirgends mehr gemein ist. Von den vielen Merkwürdigkeiten sei nur eine erwähnt. Die heute von der Küste bis weit hinauf verbreitete *Selaginella plana* war früher aus höheren Lagen zwischen 200—400 m da und dort bekannt. Wie kam diese heterospore Pflanze dorthin?

Direkte Beobachtungen liegen vor von PIJL und NORDHAGEN. Ersterer zeigte, wie *Mimosa asperata* einerseits durch Wasser, andererseits endozooisch verbreitet wird, und wie einige Bäume des Strandes gleichfalls durch Trift oder Fledermäuse sich ansamen. Demgemäß gibt es jeweils zwei verschiedene Standorte. NORDHAGEN untersuchte die wenig bekannte ökologische Gruppe der Tangentballisten, wo Pflanzenteile durch Außeneinflüsse, z. B. vorbeistreichende Tiere, in mechanischen Spannungszustand versetzt werden und bei dessen ruckartigem Ausgleich die Diasporen wegschleudern. Er wies eine ganze Reihe eigenartiger Ökologismen dafür nach, z. B. bei *Scutellaria* und besonders *Cruciferen*. Von allgemeinem Interesse sind Befunde von GALPIN, wonach in manchen Gegenden Südafrikas der Baum *Boscia Rehmanniana* zwar reichlich gute Samen erzeugt, während man nur ganz vereinzelte Keimlinge antrifft, was in besonders trockenen Jahren und in ausge-

sprochen ariden Gegenden reichlicher der Fall ist. Das weist auf Klimaänderungen in den letzten Jahrhunderten hin, wie ähnlich die Befunde von REINECKE über die jährlichen Pflaumenerträge Südafrikas. Sie haben sich in den letzten Jahrzehnten zum Teil verschlechtert, weil die nötige Ruhezeit, d. h. ein genügend langer und kühler Winter nicht mehr eintrat. Solche Befunde, so sporadisch sie auch zunächst sein mögen, sind für das Verständnis der Pflanzenverbreitung natürlich wichtig, genau so wie eingehendste Analyse der zur Zeit wirksamen Fortpflanzung am natürlichen Standort. LINKOLA legt uns ausgezeichnete Arbeiten darüber vor.

Zusammen mit TIIRIKKA untersuchte er die Durchwurzelung des Bodens in drei verschiedenen Wiesentypen Finnlands. Wechselte auch die Wurzeltiefe der verschiedenen Arten zwischen 2 und 142 cm, war auch in einer trockenen *Antennaria*-Wiese auf grobsandigem Boden die Wurzeltiefe modifikatorisch erhöht und die Zahl der Tiefwurzler größer als in einer *Alchemilla*-Wiese auf Lehm, so war doch überall das Wurzelwerk in der obersten Schicht zusammengedrängt. In der *Antennaria*-Wiese fanden sich 68% der Wurzelmasse in der obersten 10-cm-Schicht, in der *Alchemilla*-Wiese sogar 95% in der obersten 15-cm-Schicht. Eine deutliche Schichtung der Wurzelmasse nach Arten fand sich nicht. Der hohe Kohlendioxyd Gehalt der Bodenluft scheint die Vorliebe für die obersten Bodenschichten zu bedingen. Für Keimpflanzen liegen die Verhältnisse also von vornherein ungünstig. Zwar fanden sich in einer nicht sehr dichten, artenreichen, nicht gedüngten Wiese je Quadratmeter etwa 5000 Keimlinge, fast stets mindestens 10—100mal soviel wie alte Pflanzen der gleichen Art. Sie wurden auf Grund morphologischer Merkmale in Altersklassen eingeteilt. Die Entwicklung geht viel langsamer als ohne Konkurrenz im Kulturbeet vor sich, die Jungpflanzen sind schwächlich, aber sonst gesund. Die schlechte Versorgung mit Mineralstoffen infolge der Wurzelkonkurrenz scheint vor allem der Grund dazu zu sein. Aber die allermeisten werden nicht alt. 60—77% gehören der ersten Jahresklasse an, etwa 1% dürfte das blühfähige Alter erreichen, womit noch nicht gesagt ist, daß das Blühen nun auch wirklich eintritt. Das Absterben erfolgt vor allem im Herbst und Winter (geringe Kälteresistenz?). Wie alt zur Blüte gelangte Exemplare werden, ist ungewiß. Jedenfalls fanden sich abgestorbene alte Stöcke kaum. Also scheint für die junge Generation überhaupt kein Platz da zu sein. Es dürften offenbar die blühbar gewordenen Exemplare schließlich doch noch meist verkümmern. Hier sind weitere Untersuchungen nötig. Jedenfalls zeigt sich, daß Keimlinge genug da sind; aber wie weit durch Samen unter derartigen Verhältnissen wirklich Fortpflanzung erfolgt, ist noch zweifelhaft.

Interessantes über die Samenkeimung zeigen eine Reihe von Arbeiten. Nach CHABROLIN keimen selbst unter günstigen Bedingungen von

Orobanche-Samen immer nur ganz wenige, und zwar stets im Frühjahr. HILKENBÄUMER erkannte, daß der starke Keimverzug bei nicht wenigen Exemplaren von Steinobstsamen offenbar „innerlich“ bedingt ist, nicht durch die Hartschale allein. SCHROEDER zeigte, daß Samen von *Benzoin aestivale* bei konstanter Temperatur kaum keimen, sondern erst nach starken Temperaturschwankungen. BORRIS fand im Samen von *Vaccaria* einen leichtflüchtigen Hemmungsstoff, der durch die adsorptive Wirkung des Bodens (oder anderer Adsorbentien) oder durch Auswässern entfernt werden muß. Letztere Notwendigkeit hatte schon BURGEFF für die Samen terrestrischer *Orchideen* nachgewiesen. VEH zeigte, daß Apfelebryonen, aus ganz jungen Samen entnommen, ohne Entwicklungsruhe sofort keimen können. Die hemmende Wirkung gewisser Stoffe im Fruchtfleisch ist bekannt. KÖCKEMANN zeigte, daß das Blastokalin weder Maleinsäure noch ein einfaches Derivat davon sein könne. Nach ihm wirken auch Exhalationen reifer Äpfel keimhemmend.

Die außerordentliche Wichtigkeit der Ausbildung physiologischer Rassen (Ökotypen) für das Verständnis der Pflanzenverbreitung geht eindringlich aus der schönen Arbeit von LANGLET über das Verhalten der Kiefern verschiedener Provenienz hervor. Der Gehalt an Trockensubstanz, besonders an Zuckern, ist ein ausgezeichneter Indikator für Winterbeständigkeit. Je höher er liegt (aus vorwiegend phänotypischer wie genotypischer Verursachung), desto besser ertragen die jungen Pflanzen die Fährnisse des Winters. Es gelingt sogar, empirisch einen mathematischen Ausdruck zu formen (er enthält außer Koeffizienten die geographische Breite und die Zahl der Tage im Jahr mit über $+ 6^{\circ}$ Mindesttemperatur), der mit recht befriedigender Übereinstimmung den Trockensubstanzgehalt und damit die Winterhärte aus Standortsfaktoren zu berechnen gestattet.

Mensch und Vegetation.

Es war wohl für sehr viele eine große Überraschung, als durch EIDMANNs ausgezeichnete Beobachtungen in Brasilien bekannt wurde, daß die vielgenannten Blattschneiderameisen mit zu den schlimmsten Kulturschädlingen in Südamerika gehören und die Besiedlung überhaupt in Frage stellen können. Sie ernten in Kulturen derart, daß für den Menschen nichts mehr bleibt, und die von ihm gepflanzten Bäume absterben. In bezug auf die zahlreichen, höchst interessanten Einzelheiten muß auf die Originalarbeiten hingewiesen werden. Die Pilzzuchträume in den riesigen Ameisennestern sind in überraschender Weise Räume konstanter Bedingungen.

Der verheerende Einfluß des Menschen auf die natürliche Vegetation ist bekannt genug. Aber strittig ist vielfach noch das Ausmaß. Es scheint, daß ungeheuer verbreitete Vegetationstypen letzten Endes vom

Menschen bedingt oder doch nicht ohne sein Zutun entstanden sind. Schon „Wilde“ können nachweislich Erstaunliches verursachen, wobei das Legen von Bränden das furchtbarste Mittel ist (z. B. Entwaldung in manchen Teilen Neuguineas durch die Papuas). Neuerdings deutet MYERS die Savannen auf den Plateaus im Inneren Guianas als Brandklimax, wobei das Feuer teils spontan entstanden (Blitz), teils durch Indianer gelegt wurde. Alle noch vorhandenen Bäume sind denn auch entsprechend angepaßt. GRABHERR zeigt in seiner schönen Studie über die Regeneration von Wäldern nach Bränden in Nordtirol, daß Feuer besonders in der Legföhrenzone durch Brandverkarstung irreversibel die Vegetation vernichten kann. OSBORN und Mitarbeiter weisen nach, daß in Südaustralien Schafe und Kaninchen geradezu Wüstenbildung mit verheerenden Sand- und Staubstürmen verursachen können. WALTER meint, die Präriebildung in Nordamerika sei in den den Waldgebieten benachbarten Zonen anthropogen. Er hält Präriebrände für natürliche Faktoren. STEENIS (3) stellt energisch den Gedanken zur Besprechung, ob nicht die Wüstenbildung überhaupt durch Eingriffe des Menschen, zum Teil schon in grauer Vorzeit, bedingt sei, in Gegenden nämlich, in denen infolge ungünstiger Wasserbilanz ohnehin die Vegetation zu kämpfen hatte. Aktuell ist ja bekanntlich die Frage zur Zeit in Nordamerika („Erosion“; vgl. Bd. 5 dieser Fortschritte).

Literatur.

- BALL, N. G.: *New Phytologist* 35, 101—116 (1936). — BARROW, F. L.: *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 7, 295—309 (1935). — BORRISS, H.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 472—486 (1936). — BROWN, N. A., u. F. E. GARDNER: *Phytopathology* 26, 708 bis 713 (1936). — BURGESS, A.: *New Phytologist* 35, 117—131 (1936).
 CHABROLIN, CH.: *C. r. Acad. Sci. Paris* 203, 203—204 (1936). — COSTANTIN, J., u. J. MAGROU: *Ann. Sci. natur. Bot.* 17, 37—50 (1935).
 DOCTERS VAN LEEUWEN, W. M.: *Ann. Jard. bot. Buitenzorg* 46/47, XII, 1 bis 506 (1936).
 EIDMANN, H.: (1) *Z. angew. Entomol.* 22, 185—241, 385—436 (1936). — (2) *Naturwiss.* 24, 257—266 (1936). — ERNST, A.: *Z. Abstammgslehre* 71, 156 bis 230 (1936).
 FISHER, R. A.: *J. Genet.* 30, 369—382 (1935). — FREISLEBEN, R.: *Jb. Bot.* 82, 413—459 (1935).
 GALPIN, E. E., u. E. A. GALPIN: *Trans. roy. Soc. S. Africa* 23, 255—258 (1935). — GRABHERR, W.: *Bot. Zbl., Abt. B* 55 (Beih.), 1—94 (1936). — GUBIN, A. F.: *Arch. Bienenkde* 17, 209—264 (1936).
 HALDANE, J. B. S.: *J. Genet.* 32, 393—397 (1936). — HERTZ, M.: *Naturwiss.* 23, 618—624 (1935). — HILKENBÄUMER, F.: *Landw. Jb.* 82, 883—924 (1936). — HOOPER, C. H.: *J. S.-E. agricult. Coll. Wye.* 1936, Nr 38, 131—140. — HUTCHINSON, W. G.: *Phytopathology* 25, 819—843 (1935).
 JAHN, E.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 53, 847—856 (1935). — JANSONS, E.: *Acta Hort. bot. Univ. latv.* 9/10, 143—221 (1936).
 KNOLL, F.: *Österr. bot. Z.* 85, 161—182 (1936). — KÖCKEMANN, A.: *Bot. Zbl., Abt. A* 55 (Beih.), 191—196 (1936). — KOLKWITZ, R., u. W. KRIEGER: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 65—91 (1936). — KUGLER, H.: (1) *Naturwiss.* 24, 356—360 (1936). —

(2) *Planta* (Berl.) 25, 346—363 (1936). — (3) *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 394—400 (1936).

LANGLET, O.: *Medd. Stat. Skogsförsöksanst.* Häfte = Heft 29, erschienen zu Stockholm, Nr 4, 219—470 (1936). — LEACH, J. G.: *Bot. Review* 1, 448—466 (1935). — LINKOLA, K.: *Acta forestalia fenn.* 42, 1—56 (1935). — LINKOLA, K., u. A. TIIRIKKA: *Ann. bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* 1936, T. 6, 1—207. — LOEFER, J. B.: *Amer. Naturalist* 70, 184—188 (1936).

MARSDEN-JONES, E. M.: *J. Linnean Soc. Bot.* 50, 39—55 (1935). — MARTENS, P.: *C. r. Acad. Sci. Paris* 201, 788—790 (1935). — MELIN, E.: *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, Abt. XI, Teil 4, 1015—1108. 1936. — MYERS, J. G.: *J. Ecology* 24, 162—184 (1936).

NĚMEC, B.: *Mém. Soc. roy. Sci. Bohème* 11, 1—16 (1936). — NORDHAGEN, R.: *Sv. bot. Tidskr.* 30, 443—473 (1936).

OSBORN, T. B. G., u. Mitarbeiter: *Proc. Linnean Soc. N. S. Wales* 60, 392 bis 427 (1935).

PIERANTONI, U.: *Arch. zool. ital.* 22, 135—172 (1936). — PIJL, L. VAN DER: (1) *Tropische Natuur* 25, 119—121 (1936). — (2) *Flora* (Jena) 31, 1—40 (1936). — (3) *Tropische Natuur* 25, 155—157 (1936). — (4) *Ebenda* 25, 97—100 (1936). — POHL, F.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 53, 779—782 (1935). — PORSCH, O.: (1) *Natur u. Volk* 66, 615—623 (1936). — (2) *Biol. generalis* (Wien) 10, 657—685 (1934); 11, 171—188 (1935); 12, 1—21 (1936).

RAUT, A.: *Ann. Jard. bot. Buitenzorg* 44, 239—242 (1935). — RENNER, S.: *Phytopath. Z.* 8, 457—487 (1935). — RUDLOFF, C. F., u. H. SCHANDERL: *Gartenbauwiss.* 10, 669—687 (1937).

SCHMUCKER, TH.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 230—239 (1936). — SCHOCH-BODMER, H.: (1) *Protoplasma* (Berl.) 25, 337—371 (1936). — (2) *Planta* (Berl.) 25, 660—664 (1936). — SCHROEDER, E. M.: *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 7, 411 bis 419 (1935). — SHIMOTOMAI, N.: *Jap. J. Genet.* 11, 297—300 (1935). — SÜSSENGUTH, K.: *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 409—417 (1936). — STEENIS, C. G. G. J. VAN: (1) *Bull. Jard. bot. Buitenzorg, Sér. III* 13, 530—534 (1936). — (2) *Ebenda* 135 bis 262 (1934); 289—416 (1935); 14, 56—72 (1936). — (3) *Ebenda* 14, 1, 50—55 (1936).

TOBLER, F.: (1) *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 92—97 (1936). — (2) *Ebenda* 54, 401 bis 404 (1936).

UBISCH, H.: *Planta* (Berl.) 24, 154—159 (1935). — ULLRICH, H.: *Ebenda* 24, 154—159 (1935).

VEH, R. VON: (1) *Züchter* 8, 145—151 (1936). — (2) *Ber. dtsh. bot. Ges.* 54, 135—155 (1936).

WALTER, H.: *Geogr. Z.* 41, 16—26 (1935). — WINTER, G.: *Beitr. Biol. Pflanz.* 23, 295—335 (1935).

Sachverzeichnis

- Abbildungswerke 63.
Adaptation, chromatische 197.
Adsorptionsvorgänge als Grundlage der Ionenaufnahme 191.
Adventivwurzelbildung 327.
Adventivwurzeln 321.
Äquivalentbild 129.
Aldolase 215.
Algen im Boden 236.
Ammoniakentgiftung 222.
Ammoniakoxydation 241.
Anaerobiose 106.
Anatomie, systematische 42.
Anionen- und Kationenaufnahme 111.
— — Kationenreihen 144.
Anstichversuch an Kernen 129.
Anthocerotaceen 17.
Anthocyanophoren 133.
Anthoxantine, Genetik 303.
Anthozyane, Genetik 303.
Aposporie 304.
Araucariaceae (fossil) 102.
Arealbegrenzung 244.
Artbastarde 297.
Articulatales (fossil) 73.
Artproblem 31.
Assimilationsgröße, Bestimmung 246.
Assimilatleitung 160.
Aszidien 326.
Autohexaploide Spaltung 296.
Atmung 211, 217.
— und Potentialbildung 115.
Autopolyploidenreihen 336.
Autopolyploidie 33.
Autotetraploide Systeme 296.
- Bastarde, Wüchsigkeit 288.
Bastardierung, Rolle für die Artbildung 34.
Baumgrenze 249.
Bewegungs- u. Reizerscheinungen 147.
Biokatalysatoren 104.
Blatt und Blattstellung 20ff.
Blattanordnung der Monokotylen 21.
Blattdifferenzierung 28.
Blattschneiderameisen 347.
Blühreife 332.
Blüten, kauliflore 340.
Blütenbildende Stoffe 323.
Blütenscheckung 293.
Blütenfarbe, genetische Analyse 302.
Blütenfärbung 341.
Bodenmikrobiologie 233.
Bodentypen 248.
Bodenvegetationstypen 257.
Borgehalt gepfropfter Pflanzen 184.
Buntheit der Blätter, nichtmendelnde 298.
Brutkörperentwicklung 17.
- Calamitineae 74.
— Annularia 76.
— Arthropitys 74.
— Asterocalamites 74.
— Calamites 74.
— Macrostachya 76.
Calycanthemie 293.
Characeen, Zellsaftanalysen 192.
Cheirolepidaceae 102.
Chemosynthese 197.
Chlorophyllbildung, Genetik der 302.
- Chloroplasten, vitale Färbung 132.
Chloroplastenteilung 132.
Chondriosomen 3.
Chromidialapparat der Bakterien 2.
Chrononema 2, 7ff.
Chromosomenanalyse 297.
Chromosomenanordnung 8.
Chromosomenbau 5ff.
Chromosomenzahlen 45.
Chromozentren 6.
Cladoxylales 88.
— Arctopodium 89, 92.
— Cladoxylon 89.
— Clepsydropsis 89, 92.
— Hierogramma 89, 92.
— Steloxylon 89.
— Syncardia 89, 92.
Commiscuum 32.
Comparium 32.
Coniferales (fossil) 102.
Convivium 32.
Cordaitales 94, 96.
Crossing-over 10, 11.
- Dehnungsmodul des Zytoplasma 127.
Dehydrasen 206ff.
Denitrifikation 220.
Dermatogen 327.
Dichotomie 18.
Dickenperiodizität der Sprosse 23.
Dickenwachstum, primäres 29ff.
Dipteridaceae (fossil) 83.
Distichie bei Dikotylen 21.
Doppelbefruchtung 337.
Doppelbrechung an Kernen 129.
— lebender Protoplasten 128.
Dorsiventralität 312.
Durchwurzelung 346.

- Eiweißumsatz 221.
 Elastizität des Plasmas 125.
 Elektrische Potentiale 110ff.
 — Reizung 148.
 Elektrolytkonzentration des Transpirationsstromes 157.
 Embryo, Organisation 18.
 Embryoentwicklung 325.
 Embryologie, systematische Auswertung 44.
 Entwicklungsanregung 311.
 Entwicklungshemmungen 309.
 Epinastie 283.
 Erfrieren 146.
 Erregungssubstanz der Papilionaceen 148.
 Eusporangiate Filicales (fossil) 76.
 — *Astherotheca* 77.
 — *Crossotheca* 77.

 Farbstoffaufnahme in die Zelle 141.
 Farne, Gametophyten 17.
 —, Protonema 17.
 —, Seitensprosse der 19.
 —, rhizogene Sproßbildung 19.
 —, phylogene Sproßbildung 19.
 Fertilität 333.
 Filicales (fossil) 76.
 — *Archaeopteris* 94.
 — *incert. sed. (fossil)* 87.
 — *Knorripteris* 87.
 Flavone, Genetik 303.
 Flechten 343.
 Flechtenvegetation 259.
 Fledermausblüten 340.
 Floren 63.
 Fluoreszein, Wanderung 164.
 Fossile Articulatales 73.
 — Coniferales 102.
 — Filicales 76.
 — Ginkgoales 95.
 — Lycopodiales 72.
 Fruchtreife 217.

 Gärung 209ff., 212.
 Gallen 344.
 Gallenbildung 279.
 Ganzrosettenpflanzen 23.
 Gebirgsfloren 344.
 Gebirgspflanzen 248.

 Gene, additive Wirkung 288.
 Generative Zelle 12.
 Genomanalysen 290.
 Geschlechtsvererbung 304.
 Gewebekultur 148.
 Ginkgoales (fossil) 95.
 Grana 130.
 Gymnoplasten 144.

Halbrossettenpflanzen 23.
 Halophyten 249.
 Hemmungsstoffe 343, 347.
 Heteroauxin 148, 318.
 Heterosisproblem 288.
 Heterostylie 341.
 Holzknollen 26.
 Humusbildung 241.
 Hydraturverhältnisse 251.
 Hydroxylamin als Zwischenprodukt des N-Stoffwechsels 181.
 Hypokotylsprosse 24.
 Hypokotylwurzler 26.

 Inäquale Teilung 1.
 Injektionsversuche 129.
 Internodien, Längenperioden 23.
 Internodienlänge und Wuchsform 23.
 Intransibilität 139.
 Intussuszeptionswachstum 4.
 Ionenpermeabilität 110.
 Ionenwirkungen 115.
 Isoelektrischer Punkt 111.

Kalium, stoffwechselphysiologische Bedeutung 167.
 — und Chlorophyllbildung 171.
 — — morphologische Gestaltung der Pflanzen 173.
 Kalkchlorose von *Lupinus* 177.
 Kalzium, Notwendigkeit für *Desmidiaceen* 174.
 Kambium 278.
 Karotinoide 120, 198, 201, 228.
 Karyologie, systematische Auswertung 45.
 Katalyse 105.
 Keimstimmung 330.
 Keimungsgeschwindigkeit 310.

 Keimungsphysiologie 308.
 Kernbau 5ff.
 Kerne der Protisten 2.
 Kernplasmarelation 12.
 Kernteilung, Unterbrechung der 129.
 Klimaänderungen 346.
 Klimatische Standortfaktoren 244.
 Klimaxgesellschaften 254.
 Knospenwurzler 27.
 Kohäsion des Plasmas 125.
 Kohlehydrate 203.
 Kohlehydratstoffwechsel, Einfluß von K 167.
 Koppelungsanalyse 291.
 Koppelungsgruppen 291.
 Korrelationen 327.
 Krakataukatastrophe 345.

 Labile Gene 292.
 Lang-Kurztags-Problem 332.
 Langtagspflanzen 330.
 Leitbündelbau der Filicales 20.
 Lepidophyten 71.
 — *Lepidostrobos* 71.
 — *Sigillariostrobos* 72.
 Leptohormone 148.
 Lichtkeimer 118.
 Licht und Wachstum 275.
 Lichtreizwirkungen 120.
 Lichtproduktion durch Leuchtbakterien 123.
 Lichtverhältnisse an Pflanzenstandorten 117.
 Lipoidfiltertheorie 138, 140.
 Luftverunreinigungen 246.
 Lycopodiales (fossil) 72.
 — *incert. sed.*, baumf. 73.
 — *Pinacodendron* 73.

Mangan, Notwendigkeit für die Gärung 177.
 Matoniaceae (fossil) 77.
 Meiose 10.
 Membranbeschaffenheit und Potentialbildung 112.
 Membranbau von *Botryococcus* 1.
 Membranfärbung 142.
 Membranstruktur 269.
 Meristemring, primärer 28.
Mimosa pudica 284.
 Mineralstoffwanderung 157.

- Mitose 2.
 Mizellartheorie 3.
 Mizelle 4.
 Molybdän, Notwendigkeit für *Aspergillus* und *Azotobacter* 176.
 Multiple Allelie 292.
 Mutation 299.
 —, dominante semiletale 295.
 Mutationen, künstliche 334.
 —, natürliche 334.
 Mutationsauslösung 299.
 Mutationsrate 335.
 Mykorrhiza 343.

 „Nährstofflinie“ 116.
 Nebelpflanzen 154, 251.
 Nebelwüste 251.
 Nitrat- und Ammonaufnahme 190.
 — — — p_H -Abhängigkeit 190.
 Nitrate und Ammonsalze als N-Quellen für höhere Pflanzen 179.

 Oberflächenspannung 125.
 — des Plasmas 127.
 Ökotypus 32.
 Ökotypen 347.
 Optische Plasmaeigenschaften 128.
 Osmoregulation 107.
 Osmotische Höchstwerte 250.
 — Zustandsgrößen 151.
 Osmotischer Wert 151, 163, 249.
 Oxydation 206ff., 211.
 Oxydations-Reduktions-Potentiale 114.

 Panaschüre, sektorale und periklinale 298.
 Paniceenkeimlinge 282.
 Parthenokarpe Fruchtentwicklung 324.
 Peptidaseaktivität 128.
 Perikarpentwicklung 325.
 Periklinalchimären 328.
 Permeabilität 133.
 Permeabilitätsreihen 134.
 Pflanzensoziologie 258.
 p_H -Gradient 146.
 Photodynamische Wirkung 121.
 Photoperiodische Reaktionen 331.

 Photoperiodismus 333.
 Phototropismus 120.
 Photosynthese 197ff.
 Phyletische Protoplastik 145.
 Phylogenetische Beziehungen größerer Einheiten 36ff.
 Physiologische Resistenz 146, 170.
 Plasma, Atmung und Wassergehalt 108.
 Plasmawirkung 297.
 Plasmodesmen 3.
 Plasmodinetische Wirksamkeit 147.
 Plasmolyseform- und Zeitmethode 125.
 Plasmolyseresistenz 144.
 Plasmon 299.
 Plastiden 2.
 —, Doppelbrechung 132.
 —, Formveränderung 131.
 Plastidom 298.
 Plastidenstruktur 130.
 Plastidensubstanz, Konsistenz der 131.
 Podophyllum, Blattstellung 22.
 Polarität 329.
 — der Mikrospore 13.
 — — Protistenzelle 1.
 Pollen, Anatomie 42.
 —, Morphologie 13.
 Pollenkeimung 342.
 Pollenkorn der Angiospermen 12ff.
 Pollenschlauchwachstum 303.
 Pollensterilität 297.
 Polymorphe Formenkreise 56ff.
 Polyploide Formen 296.
 Polyploidie 336.
 Potentialschwankungen 113.
 Prodesmogène 28.
 Protistenzelle 1.
 Protoplasma, chemische Eigenschaften 128.
 Protoplastmatische Anatomie 146.
 Protoplastmazustand nährsalzmangelkranker Pflanzen 146.
 Protozoen im Boden 238.
 Provenienzfrage 244.
 Pteridospermales 93.
 — *Alethopteris* 94.

 Pteridospermales, *Archaeopteris* 94.
 — *Codonotheca* 94.
 — *Neuropteris* 94.
 — *Palmatopteris* 93.
 — *Trigonocarpus* 94.
 — *Whittleseya* 94.
 Purpurbakterien 202.

 Quantentheorie 118.

 Rassenbastarde 290.
 Reaktionskette der Gene 336.
 Reduktion von Teilungen 129.
 „Reduktionsmitose“ 10.
 Regeneration 326, 328.
 Regenjahrephemeren 251.
 Reizbarkeit 281.
 Rekurrens-Gen 292.
 Restitution 107, 326, 328.
 Rhizogene Knospen 27.
 Rhizokalin 329.
 Rhizosphäre 233.
 Röntgenstrahlen 123, 145.
 Rückmutationsrate 292.

 Säuren, organische 213.
 Salzaufnahme und Transpiration 190.
 —, Zusammenhang mit Atmung 188.
 Samenkeimung 346.
 Saugkraftmessung 152.
 Schattenblätter 20.
 Scheiteltorsion 21.
 Schneetälchenpflanzen 248.
 Schossen 331.
 Schwefelbakterien 241.
 Schweres Wasser 145, 187.
 Schwermetalle und *Aspergillus niger* 175.
 Selbststerilität 289, 291, 341.
 Semisterilität 296.
 Siebröhrensaft 164.
 Sippen, neue 60ff.
 — — Entstehung 33.
 — Wesen der (Definition, Umgrenzung, Entstehung) 31.
 Somatische Diakinese 10.
 — Paarung 8.
 Soziologie, experimentelle 256.
 Spaltöffnungsbewegungen 122, 286.
 Spermazellen 12.

- Sphenophyllumblüten 73.
 Spirodistichie 21.
 — bei Dikotylen 22.
 Sporophyt der Pteridophyten 18.
 Sproßbildung, subkotyledonare 23ff.
 Sproßbürtige Bewurzelung 26.
 Sproßknollen 23.
 Sproßscheitelmeristem 28ff.
 Stammbaumschemata 36.
 Standortsrassen von Bodenmikroorganismen 236.
 Sterilität, interspezifische 289.
 Sterilitäts- und Fertilitätsfragen 325.
 Sterine 224.
 Stickstoffbindende Mikroorganismen 238.
 Stickstoffbindung 219.
 Stipulargebilde 21.
 Strahlen, β - und γ - 146.
 Strahlenphysiologie 117ff.
 Strandpflanzen 253.
 Sukzessionen 345.
 Synthesen von C-Ketten 215.
 Systematik und Chemie 48.
 — — Serologie 48.
 Tangentballisten 345.
 Taxodiaceae (fossil) 102.
 Temperatur als Standortfaktor 244.
 Tendenzmerkmale 35.
 Tetraden, heteromorphe 11.
 Tetradenanalyse 290.
 Tonoplast 133.
 Tonoplastenbildung 144.
 Translokation 7.
 —, reziproke 293.
 Translokalisationshypothese 295.
 Transpiration 249.
 Transpirationsstrom 158.
 Transportbahnen bei der Frühjahrsmobilisierung 161.
 Trockenrasengesellschaften 258.
 Überknotenwurzler 26.
 Ultrafilterprinzip 138.
 Unterknotenwurzler 26.
 Vakuolenkontraktion 133, 144.
 Variation in homologen Reihen 35.
 Variation, parallele 35.
 Vegetationskunde 254.
 Verbänderung 326.
 Verbreitungsmittel für Samen 344.
 Vererbung im Bereich des vegetativen Systems 301.
 — — — reproduktiven Systems 302.
 Vererbungslehre, allgemeine 288.
 —, spezielle 301.
 Vergrünungen 334.
 Viruskrankheiten 343.
 Viskosität des Plasmas 125.
 Vitalfärbung 140ff.
 Vitamin B₁, Notwendigkeit für Phycomyces 186.
 Wachstumsstoffe 227, 229.
 Waldgesellschaften 258.
 Wandspannungen, negative 151.
 Wasseraufnahme 154.
 Wasserdefizit 250.
 Wasserhaushalt der Alpenpflanzen 248.
 Wasserpermeabilität 140.
 — der Wurzel 154.
 Welkungskoeffizienten 250.
 Wiesengesellschaften 258.
 Winterbeständigkeit 347.
 Wirtelstellungen 22.
 Wuchsstoffgehalt 311, 315.
 Wuchsstoff-Spitzenproduktion 262.
 — -Testmethoden 264.
 — -Wirkung verschiedener Konzentrationen 265, 272.
 Wuchsstoffe 311, 314.
 Wuchsstoffpaste 320.
 Wuchsstoffproduktion von Baumknospen 277.
 Wuchsstoffreservoir 270.
 Wuchsstoffverlagerung 280.
 Wuchsstoffwanderung 267, 272, 274.
 Wüstenbildung 348.
 Wüstenpflanzen 251.
 Wundhormone 148.
 Wurzel 26ff.
 Wurzelbildung 276.
 — aus den Knoten 26.
 — — Internodien 27.
 — der Cruciferen 27.
 — — Nymphaeaceen 27.
 Wurzelholz 159.
 Wurzeln, isolierte in Kultur 268.
 Wurzelsprosse 24.
 Wurzelwachstum 262.
 Xerophyten 249.
 Zellkern 129.
 Zellmembran 133.
 Zellsaft 133.
 Zellulose 206.
 Zellulosemembran 3.
 Zellulosezer-setzer 241.
 Zellwand, Feinbau 3.
 Zentrifugierungsmethode 126.
 Zerreißfestigkeit 127.
 Zuckeralkohole 204.
 Zytoplasma 125.